

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Nao MISHIMA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: METHOD OF GENERATING FRAME INTERPOLATION IMAGE AND AN APPARATUS THEREFOR

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

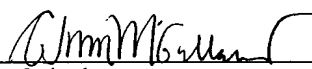
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-090838	March 28, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月28日
Date of Application:

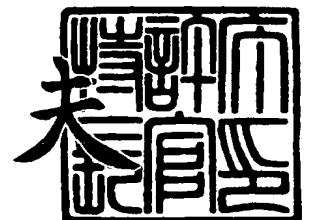
出願番号 特願2003-090838
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-090838]

出願人 株式会社東芝
Applicant(s):

2003年 7月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A000206084

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 7/137

【発明の名称】 フレーム補間方法及びこれを用いた画像表示システム

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

【氏名】 三島 直

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

【氏名】 大脇 一泰

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

【氏名】 伊藤 剛

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フレーム補間方法及びこれを用いた画像表示システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像信号の時間的に連続する第 1、第 2 及び第 3 参照フレームを入力するステップと、

前記第 1 参照フレームと第 3 参照フレームから前記第 2 参照フレームの位置に対応する第 1 補間フレームを生成するステップと、

前記第 2 参照フレームと前記第 1 補間フレームとの相関の大きさを表す相関値を算出するステップと、

前記第 2 参照フレームと第 3 参照フレームとの間の補間対象位置に対応する第 2 補間フレームを生成するステップと、

前記相関値が閾値以上のとき前記第 2 補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを具備するフレーム補間方法。

【請求項 2】

画像信号の時間的に連続する第 1、第 2 及び第 3 参照フレームを入力するステップと、

前記第 1 参照フレームと第 3 参照フレームから前記第 2 参照フレームの位置に対応する複数の第 1 補間フレームをそれぞれ異なる補間フレーム生成方法により生成するステップと、

前記第 2 参照フレームと前記複数の第 1 補間フレームとの相関の大きさを表す相関値を求めるステップと、

前記複数の補間フレーム生成方法から前記相関値を最大とする一つの補間フレーム生成方法を選択するステップと、

選択された前記一つの補間フレーム生成方法に従って前記第 2 参照フレームと第 3 参照フレームとの間の補間対象位置に対応する第 2 補間フレームを生成するステップと、

前記第 2 補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを具備するフレーム補間方法。

【請求項 3】

画像信号の時間的に連続する第 1、第 2 及び第 3 参照フレームを入力するステップと、

前記第 2 及び第 3 参照フレームから該第 2 フレームと第 3 フレームとの間の位置に対応する第 1 補間フレームを生成するステップと、

前記第 1 フレームと第 2 参照フレームとの間に既に挿入されている第 2 補間フレームと前記第 1 補間フレームとから、前記第 2 参照フレームの位置に対応する第 3 補間フレームを生成するステップと、

前記第 2 参照フレームと前記第 3 補間フレームとの間の相関の大きさを表す相関値を算出するステップと、

前記相関値が閾値以上のとき前記第 1 補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを具備するフレーム補間方法。

【請求項 4】

画像信号の時間的に連続する第 1、第 2 及び第 3 参照フレームを入力するステップと、

該第 2 フレームと第 3 フレームとの間の補間対象位置に対応する複数の第 1 補間フレームを異なる複数の補間フレーム生成方法によって生成するステップと、

前記第 1 フレームと第 2 参照フレームとの間に既に挿入されている第 2 補間フレームと前記第 1 補間フレームとから、前記第 2 参照フレームの位置に対応する複数の第 3 補間フレームを前記複数の補間フレーム生成方法によって生成するステップと、

前記第 2 参照フレームと前記複数の第 3 補間フレームとの相関の大きさを表す相関値を計算するステップと、

前記複数の補間フレーム生成方法から前記相関値を最大とする一つの補間フレーム生成方法を選択するステップと、

前記複数の第 1 補間フレームのうち、選択された前記一つの補間フレーム生成方法に従って生成される第 1 補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを具備するフレーム補間方法。

【請求項 5】

前記相関値を計算するステップは、輝度成分のフレーム間差分値、色差成分のフレーム間差分値、輝度成分及び色差成分のフレーム間差分値、輝度成分のフレーム間乗算値、輝度成分のフレーム間除算値、色差成分のフレーム間乗算値、色差成分のフレーム間除算値、輝度成分及び色差成分のフレーム間乗算値、輝度成分及び色差成分の除算値の少なくとも一つに基づいて前記相関値を計算する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のフレーム補間方法。

【請求項 6】

前記第 1 補間フレームを生成するステップは、(a) 前記第 1 参照フレームと第 3 参照フレームの間の動きベクトルを用いて前記第 1 補間フレームを生成する方法、(b) 前記第 1 参照フレームと第 3 参照フレームとから第 2 参照フレーム位置までの距離に応じた平均をとって第 1 補間フレームを生成する方法、及び(c) 前記第 1 参照フレームを第 1 補間フレームとする方法、の少なくとも一つの方法により前記第 1 補間フレームを生成する請求項 1 または 2 に記載のフレーム補間方法。

【請求項 7】

前記第 2 補間フレームを生成するステップは、前記第 2 参照フレームと第 3 参照フレームとの間の動きベクトルを用いて前記第 2 補間フレームを生成する請求項 1 または 2 に記載のフレーム補間方法。

【請求項 8】

前記第 2 補間フレームを生成するステップは、前記第 2 及び第 3 参照フレームから前記補間対象位置までの距離に応じて前記第 2 及び第 3 参照フレームの平均をとることにより前記第 2 補間フレームを生成する請求項 1 または 2 に記載のフレーム補間方法。

【請求項 9】

前記相関値の最大値を閾値と比較し、該最大値が該閾値に満たないとき前記第 2 参照フレームを前記補間対象位置に挿入するステップをさらに具備する請求項 2 または 4 に記載のフレーム補間方法。

【請求項 10】

前記相関値を計算するステップは、前記相関値の計算対象の 2 フレームをそれ

ぞれ分割した複数のブロック単位に前記相関値を計算する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のフレーム補間方法。

【請求項 11】

前記補間ステップは、補間すべきフレームを分割した複数のブロック単位に行う請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のフレーム補間方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のフレーム補間方法により得られる複数のフレームを画像として表示する画像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動画像の再生に当たって表示フレーム間隔を短くするために隣接フレーム間に少なくとも一つの補間フレームを内挿補間するフレーム補間方法及びこれを用いた画像表示システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

液晶ディスプレイやエレクトロルミネッセンスディスプレイのように、新たに画像の書き込みが行われるまで前フレームの表示を保持し続けるホールド型画像表示装置では、動画表示に際して動体の動きに観察者の眼が追隨することによるボケ現象の発生と、コマ数の少ない動画を表示する場合に不自然な動きが生じるという問題がある。

【0003】

この問題を解決するためには、表示のフレーム間隔を短くすればよい。その具体的な手法として、MPEG2 (Motion Picture Experts Group phase 2) で用いられている動き補償を利用して補間フレームを作成し、その補間フレームを隣接するフレーム間に内挿補間する方法がある。MPEG2 における動き補償では、ブロックマッチング法によって検出される動きベクトルが用いられる。ブロックマッチング法とは、第 1 参照フレームを複数の第 1 ブロックに分割し、各第 1 ブロックに対して第 1 参照フレームに隣接する第 2 参照フレームから最も相関の

高い第2ブロックを探索して、第2ブロックから第1ブロックへの動きベクトルを求める手法である。

【0004】

このような動き補償を用いるフレーム補間手法では、動き補償によって補間フレームを生成する際に、まず第1参照フレームと第2参照フレーム間について求められた第1動きベクトルを補間フレーム面と第1参照フレーム間の第2動きベクトルに変換するスケール変換と呼ばれる操作を行う。こうしてスケール変換により得られた第2動きベクトルを用いて動き補償を行うことにより、補間フレームを生成する。すなわち、第2動きベクトルの終点を第1参照フレーム上に固定し、第1参照フレーム上の該第2動きベクトルの終点が指し示すブロックの画像データを第2動きベクトルの始点が指し示す補間フレーム面上のブロックの位置にコピーする。

【0005】

この手法では、スケール変換によって得られる第2動きベクトルの始点位置は、必ずしも補間フレーム面上の本来の補間対象ブロックの位置と一致しないことから、補間フレームに画像データの存在しない隙間ができてしまったり、逆に画像データが重なる領域ができてしまう。

【0006】

特許2528103号（特許文献1）には、このような画像の隙間や重なりが生じないフレーム補間の手法が開示されている。この手法では、補間フレーム面上の補間対象ブロックを中心として、幾何対称的に前後の参照フレーム間の相関を求めてフレーム補間を行う。これにより、動きベクトルのスケール変換を行うことなく、最初に求められた動きベクトルを用いてダイレクトに補間フレームを生成することができ、また補間フレーム面上に一樣格子の補間対象ブロックを考えるため、補間フレームに画像の隙間や重なりが生じることはない。

【0007】

一方、特開2001-24988（特許文献2）には、動き推定の際の画像の差分値と検出された動きベクトルの大きさから動き補償の信頼度を求め、信頼度が低い場合には別の手段によって補償する手法が開示されている。

【0008】

【特許文献1】

特許 2528103号

【0009】

【特許文献2】

特開 2001-24988 公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献1の手法では、補間フレームの前後のフレーム間における相関関係のみから動きベクトルを決定するため、必ずしも実際の動きを反映した動きベクトルは得られない。このため補間フレームのクオリティが低くなり、結果として動画像全体のクオリティを低下させてしまうことがあり得る。

【0011】

一方、特許文献2の手法によると、特許文献1で見られような動きベクトルの誤検出による補間フレームのクオリティの低下という問題は原理的に解消されることが考えられる。しかし、動き推定の際の画像間の差分値や、動きベクトルの大きさのみで動き補償の信頼度を測ることは現実的には難しいため、必ずしも適切な補間フレームを生成することはできない。

【0012】

本発明の目的は、クオリティの高い補間フレームを生成して補間を行うことができるフレーム補間方法及びこれを用いた画像表示システムを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明の第1の態様に係るフレーム補間方法は、(a) 画像信号の時間的に連続する第1、第2及び第3参照フレームを入力するステップと、(b) 前記第1参照フレームと第3参照フレームから前記第2参照フレームの位置に対応する第1補間フレームを生成するステップと、(c) 前記第2参照フレームと前記第1補間フレームとの相関の大きさを表す相関値を算出

するステップと、(d) 前記第2参照フレームと第3参照フレームとの間の補間対象位置に対応する第2補間フレームを生成するステップと、(e) 前記相関値が閾値以上のとき前記第2補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを有する。

【0014】

本発明の第2の態様によるフレーム補間方法は、(a) 画像信号の時間的に連続する第1、第2及び第3参照フレームを入力するステップと、(b) 前記第1参照フレームと第3参照フレームから前記第2参照フレームの位置に対応する複数の第1補間フレームをそれぞれ異なる補間フレーム生成方法により生成するステップと、(c) 前記第2参照フレームと前記複数の第1補間フレームとの相関の大きさを表す相関値を求めるステップと、(d) 前記複数の補間フレーム生成方法から前記相関値を最大とする一つの補間フレーム生成方法を選択するステップと、(e) 選択された前記一つの補間フレーム生成方法に従って前記第2参照フレームと第3参照フレームとの間の補間対象位置に対応する第2補間フレームを生成するステップと、(f) 前記第2補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを有する。

【0015】

本発明の第3の態様によるフレーム補間方法は、(a) 画像信号の時間的に連続する第1、第2及び第3参照フレームを入力するステップと、(b) 前記第2及び第3参照フレームから該第2フレームと第3フレームとの間の位置に対応する第1補間フレームを生成するステップと、(c) 前記第1フレームと第2参照フレームとの間に既に挿入されている第2補間フレームと前記第1補間フレームとから、前記第2参照フレームの位置に対応する第3補間フレームを生成するステップと、(d) 前記第2参照フレームと前記第3補間フレームとの間の相関の大きさを表す相関値を算出するステップと、(e) 前記相関値が閾値以上のとき前記第1補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを有する。

【0016】

本発明の第4の態様に係るフレーム補間方法は、(a) 画像信号の時間的に連続する第1、第2及び第3参照フレームを入力するステップと、(b) 前記第2

フレームと第3フレームとの間の補間対象位置に対応する複数の第1補間フレームを異なる複数の補間フレーム生成方法によって生成するステップと、(c) 前記第1フレームと第2参照フレームとの間に既に挿入されている第2補間フレームと前記第1補間フレームとから、前記第2参照フレームの位置に対応する複数の第3補間フレームを前記複数の補間フレーム生成方法によって生成するステップと、(d) 前記第2参照フレームと前記複数の第3補間フレームとの相関の大きさを表す相関値を計算するステップと、(e) 前記複数の補間フレーム生成方法から前記相関値を最大とする一つの補間フレーム生成方法を選択するステップと、(f) 前記複数の第1補間フレームのうち、選択された前記一つの補間フレーム生成方法に従って生成される第1補間フレームを前記補間対象位置に挿入する補間ステップとを有する。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施形態)

図1に、本発明の第1の実施形態に係る画像表示システムの構成を示す。ここでは、入力の画像信号(動画像信号)10が60Hzのノンインタレース信号(プログレッシブ信号)であり、これを120Hzのノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。フレーム補間は、60Hzのノンインタレース信号に対して、隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置(補間フレーム面)上に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより実現される。

【0018】

画像信号10は、フレームメモリ13に入力され、フレームメモリ13の出力はフレームメモリ12に、フレームメモリ12の出力はフレームメモリ11にそれぞれ入力される。フレームメモリ11、12、13に保持される画像を第1、第2、第3参照フレームR1、R2、R3とする。画像信号10は、参照R1、R2、R3、・・・の順で入力される。

【0019】

第1補間フレーム生成部14では、参照フレームR1，R3から参照フレームR1とR3との間の参照フレームR2の位置に対応する第1補間フレームI1が生成される。補間判定部15では、参照フレームR2と補間フレームI1から補間フレームI1のクオリティが検証され、それに基づいて補間を行うか否かが判定される。第2補間フレーム生成部16では、補間判定部15の判定結果に従って、補間を行う場合には参照フレームR2，R3から、R2とR3との間の時間的中央位置（補間対象位置）に対応する第2補間フレームI2が生成される。

【0020】

第2補間フレームI2は、参照フレームR1，R2，R3と共に表示システム17に送られる。表示システム17では、タイミングコントローラ18による制御下で補間フレームI2が参照フレームR2とR3の間に挿入され、フレーム補間後の動画像が表示される。

【0021】

次に、本実施形態の動作を説明する。

フレーム補間では、隣接フレーム間に補間フレームを内挿することによってより滑らかな動画再生を可能にする。しかし、常に適切な補間フレームを生成できるという保証はなく、低クオリティの補間フレームを生成して内挿してしまうことにより、動画像全体のクオリティを下げってしまうということも考えられる。そこで本実施形態では、補間フレームI1のクオリティを検証するステップを設け、その検証結果によっては補間フレームI2の内挿による補間を行わないという選択肢を用意する。このようにすることによって、低クオリティの補間フレームによって動画質全体のクオリティを下げってしまうという問題を回避できる。

【0022】

具体的には、本実施形態のフレーム補間の概念図である図2に示すように、①第1参照フレームR1と第3参照フレームR3から第2参照フレームR2の位置に対応する第1補間フレームI1を生成する、②補間フレームI1を参照フレームR2と比較してその相関値を求めることで、補間フレームI1のクオリティを検証する、③検証された補間フレームI1のクオリティが高ければ、すなわち相関値が閾値以上であれば、第2参照フレームR2と第3参照フレームR3から第

2 補間フレーム I 2 を求めて参照フレーム R 2, R 3 間に補間を行う、という処理を行う。

【0023】

以下、図3に示すフローチャートを用いて本実施形態における具体的な処理手順を説明する。

【0024】

<フレームメモリ 11～13の動作>

画像信号 10 はフレーム単位で、すなわち時間的に連続したフレームデータとしてシーケンシャルに入力されてくる。図4に示すように、ある瞬間に入力されてきたフレームデータを仮に i フレームとする。このとき過去の蓄積から、フレームメモリ 11, 12, 13 には、 $i-3$, $i-2$, $i-1$ フレームのデータがそれぞれ格納されているとする（図中 0 番の状態）。 i フレームが入力されてから、フレームメモリ 11, 12, 13 内部のフレームデータを以下のように遷移させる。

【0025】

- ① フレームメモリ 12 内のフレームデータをフレームメモリ 11 に移す；
- ② フレームメモリ 13 内のフレームデータをフレームメモリ 12 に移す；
- ③ 入力された i フレームをフレームメモリ 13 に格納する。

このようにすることによって、フレームメモリ 11, 12, 13 には、それぞれ $i-2$, $i-1$, i フレームのフレームデータが格納されている状態になる（ステップ S101）。

【0026】

ここでは便宜上、フレームメモリ 11, 12, 13 のフレームデータを先に示した第1、第2、第3参照フレーム R1, R2, R3 と定義する。参照フレーム R1, R2, R3 のフレームデータにアクセスすることは、フレームメモリ 11, 12, 13 のフレームデータにアクセスすることと等価である。

【0027】

現在入力されている画像信号のフレーム（現フレーム）を参照フレーム R3 としてフレームメモリ 13 から取得し、現フレームより 1 フレーム前のフレームを

参照フレーム R 2 としてフレームメモリ 1 2 から取得し、さらに現フレームより 2 フレーム前のフレームを参照フレーム R 1 としてフレームメモリ 1 1 から取得し (ステップ S 1 0 2)、以下のように第 1 補間フレーム I 1 の生成を行う。

【0028】

＜第 1 補間フレーム生成部 1 4 の処理＞

第 1 補間フレーム生成部 1 4 では、第 1 補間フレーム I 1 の生成に際して、まず第 1 参照フレーム R 1 と第 3 参照フレーム R 3 から両フレーム R 2, R 3 間の動きベクトルを求め、第 2 参照フレーム R 2 の時間位置に対応する第 1 補間フレーム I 1 を生成する (ステップ S 1 0 3)。ここでは、補間フレーム I 1 を生成するための補間フレーム生成方法は特に限定されないが、例えば以下に挙げる様々な補間フレーム生成方法を選択することができる。

【0029】

(1) 第 1 の補間フレーム生成方法

図 5 に示すように、フレーム F 1 を小ブロックに分割し、対象となる小ブロックと最も相関の高いブロックをフレーム I 2 から探索して動きベクトルを求め、その動きベクトルを $1/2$ にスケール変換する。該小ブロックと同位置の補間フレーム F I 上の小ブロックに、スケール変換された動きベクトルの始点を固定し、その動きベクトルによって定まるフレーム F 2 上の画像ブロックを補間フレーム F I 上の小ブロック位置にコピーする。この一連の処理を分割された小ブロックすべてに行うことによって、補間フレーム F I を生成する。

【0030】

ここでは、フレーム F 1 を小ブロックに分割して、いわゆる前方動き推定によって処理を行ったが、フレーム F 2 を分割して、いわゆる後方動き推定により処理を行ってもよい。また、フレーム F 1 からとフレーム F 2 から求め、より相関度の高い動きベクトルを選択して補間フレーム F I を生成する、いわゆる双方向動き推定によって処理を行ってもよい。

【0031】

(2) 第 2 の補間フレーム生成方法

図 6 に示すように、補間フレーム F I を小ブロックに分割し、対象となる小ブ

ロックを中心として点対称的に、フレーム F 1 とフレーム F 2 上の小ブロック対の中で最も相関の高い組を探索して動きベクトルを求める。この動きベクトルによって定まるフレーム F 1 上の画像ブロックとフレーム F 2 上の画像ブロックの平均をとり、その平均画像を補間フレーム上の小ブロック位置にコピーする。この一連の処理を分割された小ブロックすべてに行うことによって、補間フレームを生成する。

【0032】

(3) 第3の補間フレーム生成方法

上述の第1、第2の補間フレーム生成方法は共にブロックベースの技術であり、基本的にブロック内にはただ一つの動きしか存在しないことが前提となっている。このため、複数の動きが存在するような場合に、その動きの境界によって、ブロック歪みが発生する可能性がある。これに対して第3の補間フレーム生成方法では、このようなブロック歪みが発生させないようにするために、図7に示すようにブロック内を一致領域（相関の大きい領域）と不一致領域（相関の小さい領域）に分割し、一致領域に対して動きベクトルを割り当て、不一致領域に対しては再帰的に探索を行ってゆくという方法を選択することにより、ブロック歪みを抑える。

【0033】

<補間判定部15の処理>

第1補間フレーム I 1 を第2参照フレーム R 2 と比較して補間フレーム I 1 のクオリティを検証することによって、補間を行うか否かを判定する。すなわち、参照フレーム R 2 と補間フレーム I 2 間の相関の大きさを表す相関値を計算し（ステップ S 104）、その相関値が閾値以上であれば補間フレーム F 1 のクオリティが高いと判定し、閾値未満であればクオリティが低いと判定する（ステップ S 105）。この判定の結果に従って、後述するように第2補間フレーム F 2 を生成する。

【0034】

ここでは、クオリティに対する評価値を定め、その評価値が閾値よりも大きい小さいかによって補間を行うか否かを判定する。その評価値がクオリティが高

い場合に小さくなるような種類のものでは、評価値が閾値以下の場合に補間を行うという判定を行い、クオリティが高い場合に大きくなるような種類のものでは、評価値が閾値以上の場合に補間を行うという判定を行えばよい。参照フレーム R 2 と補間フレーム I 2 間の相関値として見れば、前者の「評価値が閾値未満」と後者の「評価値が閾値以上」が「相関値が閾値以上」に対応することになる。この評価値としては、以下に示すように例えばいくつかの値を用いることができる。

【0035】

まずは、画像信号の輝度成分のフレーム間差分に基づく例を説明する。

一つ目は、平均二乗誤差 (Mean Squared Error) (以下、MSE) と呼ばれる評価値であり、これは以下のように表現できる。

【0036】

【数1】

$$MSE = \frac{1}{NM} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M (f_{ref}(x, y) - f_{comp}(x, y))^2 \quad (1)$$

【0037】

ここで、 $f_{ref}(x, y)$ は参照画像 (第 2 参照フレーム R 2 に相当) の点 (x, y) における輝度値、 $f_{comp}(x, y)$ は補間画像 (この場合、補間フレーム I 1 に相当) の点 (x, y) における輝度値、 (N, M) は画像サイズをそれぞれ表す。ここでは画像全体に対して計算をしている例を挙げたが、サイズは任意に決めることができ、画面内の一部分を対象にすることもできる。数式 (1) の評価値は、値が小さいほどクオリティが高いことを表す。

【0038】

二つ目として、Subjective Mean Squared Error (以下、SMSE) と呼ばれる評価値が挙げられる。これは MSE を基に人間の目の特性を考慮に入れた評価値であり、以下のように表される。

【0039】

【数 2】

$$SMSE = \left(\frac{1}{NM} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M |d(x, y)|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

$$d(x, y) = (\alpha(x, y)g(f_a(x, y) - f_b(x, y))) \quad (2)$$

【0040】

ここで、 $f_{ref}(x, y)$ は参照画像（第2参照フレームR2に相当）の点 (x, y) における輝度値、 $f_{cmp}(x, y)$ は補間画像（この場合、補間フレームI1に相当）の点 (x, y) における輝度値、 (N, M) は画像サイズ、 $g(x, y)$ は誤差の認知度、 $\alpha(x, y)$ は点 (x, y) の重みをそれぞれ表し、 p は小さい誤差と大きい誤差の重要度の関係を決める変数を表す。 $g(x, y)$, $\alpha(x, y)$, p には、例えば次の数式(3)を用いることができる。

【0041】

【数 3】

$$g(x, y) = M_{2 \times 2}(f_{ref}(x, y)) - M_{2 \times 2}(f_{comp}(x, y))$$

$$\alpha(x, y) = 1, \quad p = 3 \quad (3)$$

【0042】

ここで、 $M_{2 \times 2}(f(x, y))$ は 2×2 サイズのウィンドウ内の線形平均を表し、これは人間の目のローパス特性を記述したものである。数式(1)のMSEと同様に、ここでは画像全体に対して計算をしている例を挙げたが、サイズは任意に決めることができ、画面内の一部分を対象にすることもできる。数式(2)のSMSEも、数式(1)のMSEと同様に、値が小さいほどクオリティが高いことを表す。

【0043】

次に、画像の色差信号に着目した評価値について説明する。これは数式(1)のMSEや数式(2)のSMSEを拡張することによって得ることができる。数式(1)のMSEでは、 $f(x, y)$ を画像信号の輝度成分としたが、これを画像信

号の色差成分として置き換えてやればよい。色差信号C_bに相当するものとしては、数式(1)における $f(x, y)$ を色差信号C_bと置き換えてこれをMSE[C_b]とし、色差信号C_rに相当するものとしては、数式(1)における $f(x, y)$ を色差信号C_rに置き換えて、これをMSE[C_r]と得ることができる。同様にしてSMSEについても、数式(2)における $f(x, y)$ を色差信号C_b、C_rと置き換えて、これをSMSE[C_b]、SMSE[C_r]と得ることができる。これらMSE[C_b]、MSE[C_r]、SMSE[C_b]及びSMSE[C_r]は、すべて値が小さいほどクオリティが高いことを表す。

【0044】

上記二つの輝度成分に基づいた評価値と、色差成分に基づいた評価値を組み合わせ使用することも可能である。例えば、輝度成分、色差成分すべてを使用した評価値としては、以下の値を考えることができる。

【0045】

【数4】

$$MSE[YCbCr] = MSE + MSE[Cb] + MSE[Cr] \quad (4)$$

$$SMSE[YCbCr] = SMSE + SMSE[Cb] + SMSE[Cr] \quad (5)$$

【0046】

数式(4)(5)はそれぞれMSE、SMSEを拡張したものであり、いずれも値が小さいほどクオリティが高いことを示す。

【0047】

別の評価値としては、二つのフレームで一致している画素数を数え、その画素数が多い方をクオリティが高いとする一致画素数和(Sum of Agreement Pixels、以下SAP)である。この評価値は以下のように表現される。

【0048】

【数5】

$$SAP = \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M \begin{cases} 1 & (|f_{ref}(x, y) - f_{comp}(x, y)| < T) \\ 0 & (otherwise) \end{cases} \quad (6)$$

【0049】

ここで、 $f_{\text{ref}}(x, y)$ は参照画像（第2参照フレームR2に相当）の点 (x, y) における輝度値、 $f_{\text{cmp}}(x, y)$ は補間画像（この場合、補間フレームI1に相当）の点 (x, y) における輝度値、 (N, M) は画像サイズ、 T は閾値（例えば3など）をそれぞれ表す。ここでは画像全体に対して計算をしている例を挙げたが、サイズは任意に決めることができ、画面内の一部分を対象にすることもできる。この評価基準は大きいものほどクオリティが高いことを意味する。SAPについても、上記MSEなどと同様に色差信号に対してSAP[Cb]、SAP[Cr]を求めることができ、数式（5）における $f(x, y)$ を色差信号Cb、Crと置き換えればよい。輝度成分に基づいた評価値と、色差成分に基づいた評価値を以下のように組み合わせて使用することも可能である。

【0050】

【数6】

$$SAP[YCbCr] = SAP + SAP[Cb] + SAP[Cr] \quad (7)$$

【0051】

なお、その他の評価値と合わせるために、以下のようにすることにより、値が小さいほどクオリティが高いことを表現できるようになる。

【0052】

【数7】

$$SAP' = NM - SAP \quad (8)$$

【0053】

次に、以下の評価値は相互相関関数（Cross Correlation Function、以下CCF）を利用したものである。

【0054】

【数 8】

$$CCF = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N f_{comp}(m, n) f_{ref}(m, n)}{\left[\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N f_{comp}(m, n)^2 \right]^{1/2} \left[\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N f_{ref}(m, n)^2 \right]^{1/2}} \quad (9)$$

【0055】

ここでは輝度の差分値を用いずに、輝度の乗算値・除算値が用いられている。この評価値は、1.0に近いほど相関が高いものを表すが、その他の指標と合わせるために、以下のようにすることによって、値が小さいほどクオリティが高いことを表現するように変換できる。

【0056】

【数 9】

$$CCF' = 1.0 - CCF \quad (10)$$

【0057】

また、その他の評価値と同様に色差信号に対して $CCF[Cb]$ 、 $CCF[Cr]$ を求めることができ、数式 (9) における $f(x, y)$ を色差信号 Cb 、 Cr と置き換えればよい。輝度成分に基づいた評価値と、色差成分に基づいた基準を組み合わせ使用することも可能であり、以下のように表現することができる。

【0058】

【数 10】

$$CCF'[YCbCr] = CCF' + CCF'[Cb] + CCF'[Cr] \quad (11)$$

【0059】

閾値の設定は、例えば $PSNR$ (peak signal to noise ratio) から設定することができる。 $PSNR$ における許容限は、一般に $32[dB]$ とされており、それに対応する MSE 値は 41.0279 であるから、閾値を 41.0279 に設定すれば、許容限を下回る場合には補間を行わないとすることができる。

【0060】

<第2補間フレーム生成部16の処理>

上述した補間判定、すなわちステップS105における第2参照フレームR2と第1補間フレームI1との相関値と閾値の比較の結果、相関値が閾値以上、つまり補間を行う判定された場合には、第2参照フレームR2と第3参照フレームR3から動きベクトルを用いて両フレームR2, R3間の時間的中央位置に対応する第2補間フレームI2を生成する(ステップS106)。

【0061】

補間を行うと判定された場合には、第1補間フレームI1の生成と同様に、図5、図6及び図7に示すような様々な補間フレーム生成方法を用いて第2補間フレームI2を生成することができる。一方、相関値が閾値未満、つまり補間を行わないと判定された場合には、第2参照フレームR2をそのままを出力する(ステップS107)。

【0062】

<表示装置18の処理>

表示装置17における画像表示に際しては、タイミングコントローラ18からの制御により画像表示システム以外のシステム、例えば音声システムの出力タイミングを画像信号の1フレーム分(この場合、1/60[秒])だけタイミングコントローラによって遅延させ(ステップS108)、画像の表示タイミングに合わせて第2参照フレームR2を表示し(ステップS109)、1/120[秒]後に第2補間フレームI2を表示する(ステップS110)。ここでは、第1補間フレームI1の生成から第2補間フレームI2の生成までの処理を1/60[秒]以内で終了すると仮定している。

【0063】

このように本実施形態では、補間フレームのクオリティを検証するステップを設け、補間フレームのクオリティが低いと判定された場合には補間を行わないという選択肢を設けることによって、低クオリティの補間フレームを内挿してしまうことによる動画質全体のクオリティの低下という問題を回避できる。

【0064】

補間フレームを内挿すべき補間位置には、当然のことながらオリジナルのフレームは存在しないため、従来の手法では補間フレームのクオリティを確実に検証する手段がない。これに対して本実施形態では、隣接フレームに対して補間を行うことによって、隣接フレーム位置における補間精度を求め、その補間精度を基にして補間位置の補間精度を類推することにより、補間フレームのクオリティを検証している。隣接フレームと補間フレームの時間的間隔は近いので、動画の時間的連続性から、隣接フレーム位置における検証結果を補間フレーム位置の検証結果として類推することは妥当であると考えられる。

【0065】

一方、動画の時間的連続性が仮定できない場合もある。そのような例として、例えばシーンチェンジの発生が考えられる。シーンチェンジがあると、シーンチェンジ時点より前のフレームと次のフレームに連続性が全くなく、両フレームは全く異なる画像となる。図8及び図9を用いて、シーンチェンジ時における本実施形態の動作を説明する。

【0066】

図8は、シーンチェンジ部分に補間フレームを挿入する場合の動作である。①第1補間フレームI1を生成する際には、シーンチェンジ前の画像とシーンチェンジ後の画像から補間フレームI1を作ることになるため、生成される補間フレームは、例えば半分が前のフレームの画像、半分が後のフレームの画像というようなフレームとなってしまう。このような画像は、第2参照フレームR2とのマッチングが非常に悪いため、補間判定の評価値は非常に悪くなる。すなわち、相関値は著しく細微な値を示すため、補間を行わないという判定がなされ、第2参照フレームR2の画像がそのまま挿入される。

【0067】

このようにシーンチェンジ時に不適切ででたらめな補間フレームが挿入されることがないため、正しく補間判定が行われていることが分かる。図9の場合も同様である。すなわち、動画の連続性が仮定できない場合でも、正常に補間判定機能が働くことが分かる。

【0068】

(第2の実施形態)

図10は、本発明の第2の実施形態に係る画像表示システムであり、第2補間フレーム生成部20は第1補間フレーム生成部14から入力される第1動きベクトルMV1のスケール変換を行うベクトルスケール変換部21と、スケール変換後の第2動きベクトルMV2を用いて動きベクトル補償を行う動き補償部22を有する。

【0069】

以下、第1の実施形態と同様に入力の画像信号（動画像信号）が60Hzのノンインタレース信号であり、60Hzのノンインタレース信号に対して隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置（補間フレーム面）に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより120Hzのノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。

【0070】

本実施形態においても第1の実施形態と同様に、低クオリティの補間フレームを内挿してしまうことによる動画像全体の画質低下を防ぐために、生成される補間フレームのクオリティを検証し、クオリティが低いと判定された場合には補間を行わないように構成される。第1の実施形態と異なるところは、第2補間フレーム生成部15が第1補間フレーム生成部14で得られた動きベクトルMV1を利用して第2補間フレームI2を生成する点である。こうすることによって、全体の計算時間を半分にすることができる。

【0071】

以下、図11と図12を用いて本実施形態におけるフレーム補間の処理手順について説明する。図12におけるステップS201からS203までの第1補間フレームI1の生成処理と、ステップS204からS205までの補間判定処理及びステップS208からS210までの表示処理は、第1の実施形態と同様あるので説明を省略し、第2補間フレームI2の生成処理についてのみ説明する。

【0072】

<第2補間フレーム生成部20>

第2補間フレームの生成に際しては、ステップS205により参照フレームR

2と第2補間フレームI1との相関値が閾値以上、すなわち補間を行うと判定された場合には、図11に示すように、まず第1補間フレーム生成部14で得られた第1動きベクトルMV1を第2補間フレームI2の内挿位置に応じてスケール変換し、第2動きベクトルMV2を生成する(ステップS206A)。

【0073】

次に、スケール変換後の第2動きベクトルMV2と第2参照フレームR2及び第3参照フレームR3を用いて動き補償を行うことによって、第2補間フレームI2を生成する(ステップS206B)。一方、ステップS205で相関値が閾値未満、つまり補間を行わないと判定された場合には、第2参照フレームR2をそのままを出力する(ステップS207)。ベクトル変換ステップS206A及び動き補償ステップS206Bの処理をさらに具体的に説明する。

【0074】

<ベクトルスケール変換ステップ>

ベクトルスケール変換ステップS206Aでは、第1補間フレームの生成時に得られた動きベクトルMV1をスケール変換、すなわちベクトルの長さの変換を行って、第2動きベクトルMVを生成する。ここでは、第2補間フレームI2を第2参照フレームR2と第3参照フレームR3間の時間的中央位置に挿入することを目的とするため、MV1の長さを $1/2$ にしてMV2とする。具体的には、 $MV1 = (V_x, V_y)$ とすると、 $MV2 = (sV_x, sV_y)$ は、

$$sV_x = 1/2 * V_x$$

$$sV_y = 1/2 * V_y$$

で計算される。

【0075】

<動き補償ステップ>

動き補償ステップS206Bでは、ステップS206Aで得られたスケール変換後の第2動きベクトルMV2によって指し示される第3参照フレームR2上の画像ブロックB1を用いて動き補償を行い、補間フレームI2を作成する。図12を用いて説明する。

【0076】

第1補間フレームI1の生成において補間フレームI1を小ブロックに分割するが、第2参照フレームR2と第3参照フレームR3間の補間フレームI2上にも、同様の小ブロックを考える。補間フレームI2上の各小ブロックに対応した動きベクトルは、長さが1/2に変換された動きベクトルMV2であり、この動きベクトルMV2が指し示す第3参照フレームR3上のブロックB1を動き補償する、つまり補間フレームI2上の当該小ブロック位置にコピーすることによって、補間フレームI2を作成する。

【0077】

本実施形態によると、第1の実施形態と同様に補間フレームのクオリティを検証し、補間フレームのクオリティが低いと判定された場合には補間を行わないという選択肢を設けることによって、低クオリティの補間フレームを内挿することによる動画質全体のクオリティの低下という問題を回避できると同時に、第1補間フレームI1の生成時に求まった動きベクトルを第2補間フレームI2の生成時に再利用することにより、計算時間を1/2に短縮することが可能となる。

【0078】

(第3の実施形態)

図13は、本発明の第3の実施形態に係る画像表示システムであり、第1補間生成部14から出力される動きベクトルMV1をスケール変換するベクトルスケール変換部19が設けられ、第2補間フレーム生成部30はオーバーラップ検出部31と動き推定部32及び動き補償部33によって構成される。

【0079】

以下、図14及び図15を用いて本実施形態におけるフレーム補間処理について述べる。第1の実施形態と同様に入力画像信号（動画画像信号）が60Hzのノンインタレース信号であり、60Hzのノンインタレース信号に対して隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置（補間フレーム面）に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより120Hzのノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。

【0080】

本実施形態は、第1の実施形態と同様に低クオリティの補間フレームを内挿す

ることによる動画像全体の画質低下を防止するために、生成される補間フレームのクオリティを検証し、クオリティが低いと判定された場合には補間を行わないという構成である。また、第1の補間フレーム生成部14で得られた動きベクトルMV1をスケール変換した動きベクトルMV2を利用して第2補間フレームI2を生成する点は第2の実施形態と共通であるが、動きベクトルMV2そのものをそのまま利用するのではなく、実際の探索範囲を限定するために動きベクトルMV2を使用するところが第2の実施形態と異なる。

【0081】

以下、図14と図15を用いて本実施形態におけるフレーム補間の処理手順について説明する。図15におけるステップS301からS303までの第1補間フレームI1の生成処理と、ステップS304からS305までの補間判定処理及びステップS308からS310までの表示処理は、第1及び第2の実施形態と同様あるので説明を省略し、第2補間フレームI2の生成処理についてのみ説明する。

【0082】

<補間フレーム生成部30の処理>

第2補間フレームI2の生成に際しては、ステップS305により参照フレームR2と第2補間フレームI1との相関値が閾値以上、すなわち補間を行うと判定された場合には、図15に示すように、第1補間フレーム生成部14で得られた動きベクトルMV1を第2補間フレームI2の内挿位置に応じてスケール変換し、第2動きベクトルMV2を生成する（ステップS306A）。

【0083】

次に、スケール変換後の第2動きベクトルMV2が補間フレームI2上の対象ブロックに対してオーバーラップする領域B2を検出し、オーバーラップ領域B2を通る動きベクトルによって限定される探索領域Sを探索して第3動きベクトルMV3を求め、動きベクトルMV3と第2参照フレームR2と第3参照フレームR3を用いて動き補償を行うことによって、補間フレームI2を生成する（ステップS306B～S306E）。一方、ステップS205で相関値が閾値未満、つまり補間を行わないと判定された場合には、第2参照フレームR2をそのままを

出力する（ステップ S 3 0 7）。

【0084】

本実施形態におけるステップ S 3 0 6 A からステップ S 3 0 6 E までの第 2 補間フレーム I 2 の生成処理は、ベクトルスケール変換ステップ S 3 0 6 A と、オーバーラップ検出ステップ S 3 0 6 B ～ S 3 0 6 C、動き推定ステップ S 3 0 6 D 及び動き補償ステップ S 3 0 6 E からなる。以下、各ステップ S 3 0 6 A ～ S 3 0 6 E の処理について具体的に説明する。

【0085】

<ベクトルスケール変換ステップ>

ベクトルスケール変換ステップ S 3 0 6 A では、第 1 補間フレームの生成時に得られた動きベクトル MV 1 をスケール変換、すなわちベクトルの長さの変換を行って、第 2 動きベクトル MV を生成する。ここでは、第 2 補間フレーム I 2 を第 2 参照フレーム R 2 と第 3 参照フレーム R 3 間の時間的中央位置に挿入することを目的とするため、MV 1 の長さを $1/2$ にして MV 2 とする。具体的には、 $MV 1 = (V_x, V_y)$ とすると、 $MV 2 = (s V_x, s V_y)$ は、

$$s V_x = 1/2 * V_x$$

$$s V_y = 1/2 * V_y$$

で計算される。なお、ここではベクトルの終点を固定してスケール変換を行う。

【0086】

<オーバーラップ検出ステップ>

動きベクトル MV 2 は、動きベクトル MV 1 の終点を固定してスケール変換を行ったベクトルであるために、動きベクトル MV 2 に付随するブロックは、補間フレーム I 2 上のブロック格子と一致するわけではない。そこでオーバーラップ検出ステップ S 3 0 6 B では、動きベクトル MV 2 に付随するブロックが補間フレーム I 2 上の対象ブロックに対して、どのベクトルのものでどの程度オーバーラップしてくるのかを検出する。すなわち、動きベクトル MV 2 に応じて第 2 補間フレーム I 2 上に対象ブロック枠を移動させ（ステップ S 3 0 6 B）、次いでオーバーラップしたブロックが持つ第 3 動きベクトル MV 3 によって、補間フレーム I 2 上の対象ブロックに対する実際の探索領域 S を決定する（ステップ S 3 0 6 B

）。例えば、動きベクトルMV 3が指し示す位置の画素位置から上下左右4画素を探索領域Sとする。

【0087】

<動き推定ステップ>

動き推定ステップS 306 Dでは、補間フレームI 2上の対象ブロックを中心として、第2参照フレームR 2と第3参照フレームR 3から幾何対称的に探索を行うことによって第4動きベクトルを推定する。ここで用いる探索領域は、オーバーラップ検出ステップS 306 B～S 306 Cで検出された動きベクトルMV 3によって限定される探索領域Sである。

【0088】

<動き補償ステップ>

動き補償ステップS 306 Eでは、動き推定ステップS 306 Dで推定された動きベクトルによって定まる第2参照フレームR 2と第3参照フレームR 3上の画像ブロックを用いて動き補償を行い、第2補間フレームI 2を作成する。

【0089】

本実施形態によると、第1及び第2の実施形態と同様の効果が得られるほか、さらに第2補間フレーム生成ステップで求めた第2動きベクトルMV 2を用いて実際の探索領域Sを限定することにより、再計算時間を大幅に短縮することが可能となる。

【0090】

(第4の実施形態)

図16は、本発明の第4の実施形態に係る画像表示システムであり、補間判定部25がブロック単位で処理を行う点がこれまでの実施形態と異なる。

【0091】

ここでは第1の実施形態と同様に、入力 of 画像信号（動画像信号）が60Hzのノンインタレース信号であり、60Hzのノンインタレース信号に対して隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置（補間フレーム面）に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより120Hzのノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。

【0092】

本実施形態は、第1の実施形態と同様に低クオリティの補間フレームを内挿することによる動画像全体の画質低下を防止するために、生成される補間フレームのクオリティを検証し、クオリティが低いと判定された場合には補間を行わないという構成である。

【0093】

ここで、第1の実施形態では基本的には画面全体を使って補間フレームのクオリティの検証を行っていたのに対して、第4の実施形態は画面の一部が複数フレームに渡って連続的及び局所的に画質劣化を引き起こしていても、それによって動画像全体の画質低下を引き起こさないようにした例である。本実施形態では、そのような連続的、局所的な画質劣化を検出できるように、図17図の②に示すようにブロック毎に区切った領域で検証を行う。その検証結果によって、一つのブロックでも複数フレームに渡り連続して画質劣化が引き起こされていると判定された場合には、補間フレームを内挿しないと判定する。

【0094】

以下、図17と図18を用いて本実施形態におけるフレーム補間の処理手順について説明する。図18におけるステップS401からS403までの第1補間フレームI1の生成処理と、ステップS416、S417の第2補間フレームI2の生成処理及びステップS418からS420までの表示処理は、これまでの実施形態と同様あるので説明を省略し、ステップS403からS414までの補間判定処理についてのみ説明する。

【0095】

対象ブロックが何フレーム連続で低クオリティであったかということを変数として、プール[i]を用意する。ここで、iはブロックのインデックス番号である。プール[i]は、すべての処理の始めに、つまり画像信号が入力されて補間処理を開始する前に、すべて0を代入しておく。

【0096】

<補間判定ステップ>

補間判定ステップでは、ブロック毎に補間フレームI1と第2参照フレームの

検証を行い、複数フレームに渡り連続してクオリティの低いブロックが存在した場合には補間を行わないという判定をする。検証の評価値としては、第1の実施形態で説明したと同様に様々な方法を用いることが可能である。また、ここで用いるブロックは、第1補間フレーム生成ステップS403で用いられているサイズのブロックでもよいし、他の任意のサイズを選択することも可能である。以下、具体的な手順を説明する。

【0097】

まず、第2参照フレームR2をブロックに分割する（ステップS404）。このブロックは、上述したように第1補間フレーム生成ステップS403で用いられているサイズのブロックあるいはその他の任意のサイズのブロックである。

【0098】

補間を行うか否かの判定フラグとして補間flagを用意し、初期値としてtrueを与える（ステップS405）。補間flagがtrueであれば補間をするという判定を行い、falseであれば補間を行わないという判定を行う。補間判定ステップの以降の処理は、ブロック毎のループ処理となる（ステップS406）。

【0099】

i番目のブロックに関して、対象ブロック位置における第2参照フレームR2と第1補間フレームI1を比較して補間フレームI1のクオリティを検証する。すなわち、参照フレームR2と第2補間フレームI1との相関値を計算し（ステップS407）、閾値以上か否かを調べる（ステップS408）。

【0100】

ここで相関値が閾値以上の場合、つまりクオリティが閾値より良い場合には、ステップS412に処理を進め、プール変数を0に戻す（プール[i] = 0）。相関値が閾値未満、つまり設定された評価値に従って求めたクオリティが閾値よりも悪い場合には、ステップS409に処理を進め、プール変数に1を追加する（プール[i] = プール[i] + 1）。

【0101】

次に、i番目のブロックが設定フレーム数に渡り連続してクオリティが低いかどうか判定する。例えば、設定フレーム数を閾値2とすると、プール変数が閾値

2 よりも大きいかな否かによって、その判定を行うことができる。すなわち、プール [i] > 閾値 2 であるかどうかを判定し (ステップ S 4 1 0)、もし大きければ連続してクオリティが低いということになり、補間を行わない、つまり補間 flag に false を代入する (ステップ S 4 1 1)。それ以外であれば補間を行うので、補間 flag はステップ S 4 0 5 で設定された true のままである。

【0102】

上述のステップ S 4 0 6 ~ S 4 1 2 の処理をステップ S 4 1 3 で全てのブロックについて行われたと判断されるまで繰り返し行うことにより、補間判定を終了する。

このように本実施形態では、ブロック毎に補間判定を行うことによって、局所的な画質劣化にも対応できるフレーム補間を実現することが可能となる。

【0103】

(第 5 の実施形態)

次に、図 1 9 ~ 図 2 0 に示すフローチャートを用いて本発明の第 5 の実施形態について説明する。本実施形態における画像表示システムは、例えば第 1 の実施形態で用いた図 1 に示す構成と同様でよい。

【0104】

これまでの実施形態と同様に、入力 of 画像信号 (動画像信号) が 60 Hz のノンインタレース信号であり、60 Hz のノンインタレース信号に対して隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置 (補間フレーム面) に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより 120 Hz のノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。

【0105】

本実施形態も、第 1 の実施形態と同様に低クオリティの補間フレームを内挿することによる動画像全体の画質低下を防止するために、生成される補間フレームのクオリティを検証し、クオリティが低いと判定された場合には補間を行わないという構成である。

【0106】

第 4 の実施形態では、時間・空間的に局所的なエラーが発生している場合に、

補間を行わないという判定をすることによって、動画質全体のクオリティを保っている。その場合、時間的に見ればある一瞬だけエラーがあったが、その周りの時間ではエラーが発生していなかったとすると、補間を行わないという選択によって動画の動きが一瞬滑らかではなくなってしまう。そのような動きの乱れは視認性がなかなか高く、違和感を感じさせる可能性がある。そこで、本実施形態では周りの時間における判定結果を踏まえて、対象とする補間位置における判定結果を補正する処理を設けることにより、時間の連続性による違和感を軽減させる。

【0107】

以下、図19～図20を用いて本実施形態におけるフレーム補間の処理手順について説明する。図19～図20におけるステップS506の第1補間フレームI1の生成処理と、ステップS519からS510までの第2補間フレームI2の生成処理及びステップS521からS523までの表示処理は、第1の実施形態と同様あるので説明を省略し、補間判定処理に注目して説明する。

【0108】

<フレームメモリの動作>

動画像信号である画像信号10はフレーム単位で、すなわち時間的に連続したフレームデータとしてシーケンシャルに入力されてくる。図4に示したように、ある瞬間に入力されてきたフレームデータを仮に*i*フレームとする。このとき過去の蓄積から、*i*-1, *i*-2, ..., *i*-(*L*+1), *i*-(*L*+2)フレームがそれぞれフレームメモリ*L*+2, *L*+1, ..., 12, 11に格納されているとする(*L*=0としたときの図中0番の状態)。 *i*フレームが入力されてからフレームメモリ*L*+2, *L*+1, ..., 12, 11内部のフレームデータを以下のように遷移させる。

【0109】

- ①フレームメモリ12内のフレームデータをフレームメモリ11に移す;
 - ②フレームメモリ13内のフレームデータをフレームメモリ12に移す;
 - ③入力された*i*フレームのフレームデータをフレームメモリ13に格納する。
- このようにすることによって、フレームメモリ11, 12, ..., *L*, *L*+1

1, $L+2$ には、それぞれ $i-L+2$, $i-L+1$, \dots , $i-2$, $i-1$, i フレームのフレームデータが格納されている状態になる。

【0110】

ここで便宜上、フレームメモリ L 内のフレームデータを第1参照フレーム $R1$ 、フレームメモリ $L+1$ 内のデータを第2参照フレーム $R2$ 、フレームメモリ $L+2$ 内のデータを第3参照フレーム $R3$ と定義する。参照フレーム $R1$, $R2$, $R3$ のフレームデータにアクセスすることは、フレームメモリ L , $L+1$, $L+2$ のフレームデータにアクセスすることと等価である。以上の処理をフローで示すと、図19のステップ $S501 \sim S507$ となる。

【0111】

<補間判定ステップ>

補間判定ステップでは、ステップ $S510$ で生成された第1補間フレーム $I1$ を第2参照フレーム $R2$ と比較して補間フレーム $I1$ のクオリティを検証することによって、補間をするか否かを判定する。すなわち、参照フレーム $R2$ と補間フレーム $I2$ 間の相関の大きさを表す相関値を計算し（ステップ $S509$ ）、その相関値が閾値以上であれば補間フレーム $F1$ のクオリティが高いと判定し、閾値未満であればクオリティが低いと判定する（ステップ $S510$ ）。この判定の結果に従って、以下のように第2補間フレーム $F2$ を生成する。

【0112】

まず、ステップ $S510$ で相関値が閾値以上と判定された場合は、trueを補間リストの末尾に挿入し（ステップ $S511$ ）、相関値が閾値未満と判定された場合は、falseを補間リストの末尾に挿入する（ステップ $S512$ ）。この後、補間リストの長さを末尾から M に更新する（ステップ $S513$ ）。次に、 M の中央値を H として補間リスト $[H]$ がfalseか否かを調べ（ステップ $S514 \sim S515$ ）、 $[H]$ がfalseであれば補間リスト $[H]$ についてテンプレートマッチングを行い、マッチする場合には補間リスト $[H]$ をtrueとして（ステップ $S516$ ）、ステップ $S517$ に処理を移し、 $[H]$ がfalseでなければステップ $S517$ に処理を移す。

【0113】

ステップ S 5 1 7 では、現フレーム L を第 3 参照フレーム R 3 として、参照フレーム 1 2 から取得し、さらにフレーム L - 1 を第 2 参照フレーム R 2 としてフレームメモリ 1 1 から取得する。ここで、補間リスト [H] が true か否かを調べて補間を行うか否かを判定する（ステップ S 5 1 8）。以下、第 1 の実施形態と同様に、補間を行うと判定した場合には、第 2 参照フレーム R 2 と第 3 参照フレーム R 3 から両フレーム R 2, R 3 間の時間的中央位置に対応する第 2 補間フレーム I 2 を生成する（ステップ S 5 2 0）。補間を行わないと判定された場合には、第 2 参照フレーム R 2 をそのままを出力する（ステップ S 5 1 9）。

【0114】

表示処理に際しては、画像表示システム以外のシステムの出力タイミングを本実施形態では画像信号の L + 1 フレーム分だけ遅延させ（ステップ S 5 2 1）、画像の表示タイミングに合わせて第 2 参照フレーム R 2 を表示し（ステップ S 5 2 2）、さらに第 2 補間フレーム I 2 を表示する（ステップ S 5 2 3）。

【0115】

（第 6 の実施形態）

次に、図 2 1 と図 2 2 ~ 図 2 3 を用いて本発明の第 6 の実施形態について説明する。本実施形態における画像表示システムの構成は、例えば第 1 の実施形態で用いた図 1 と同様でよい。

【0116】

これまでの実施形態と同様に、入力 of 画像信号（動画像信号）が 60 Hz のノンインタレース信号であり、60 Hz のノンインタレース信号に対して隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置（補間フレーム面）に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより 120 Hz のノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。

【0117】

補間フレームの生成方法としては、第 1 の実施形態でも述べたように様々な方法を選択することができるが、それぞれの方法には一長一短がある。例えば、動画の静止領域については、動きベクトルを用いない補間フレーム生成方法、つまり前のフレームを補間フレームとして利用したり、前後のフレームの平均を取っ

たりするような補間法の精度が高くなる。

【0118】

動領域については、動きベクトルを用いる補間フレーム生成方法の方が精度が高くなる。さらに、動領域でも動きが複数に分割されている領域については、領域分割型の補間フレーム生成方法によってより精度を高めることができる筈であるが、動きが単一の領域については領域分割をしない方が効果が高い。このようにセグメント毎に最適な補間フレーム生成方法は異なる。

【0119】

そこで本実施形態では、ブロック毎に最適な補間フレーム生成方法を選択可能とするために、補間判定ステップを利用する。図21の②に示すように、ブロック毎に複数の補間フレーム生成方法によって生成した補間ブロックB11, B12, B13を補間判定によってオリジナルのブロックB10と比較し、最も評価値が高くなる補間フレーム生成方法が実際の補間フレーム位置においても最適であろうと推定して、図21の③に示すように、当該ブロックの補間フレーム生成のために実際に用いる補間フレーム生成方法として採用する。

【0120】

本実施形態では補間フレーム生成方法として、第1の実施形態で示したような3つの補間フレーム生成方法と、前後の隣接フレームを平均化する方法及び前フレームをそのまま使用する方法を採用する。図21のB11, B12及びB13は、これらの生成方法によって生成される補間ブロックを示している。但し、本実施形態で用いられる補間フレーム生成方法は、特にこれらに限られるわけではない。例えば、第1の実施形態で示した3つの補間フレーム生成方法から選択してもよいし、それらの3つの補間フレーム生成方法+平均フレーム+前フレームというような構成でも構わない。

【0121】

<第1補間フレーム生成ステップ>

第1間フレームI1を生成する際のステップS601からS602までの処理は、第1の実施形態と同様である。ステップS602の処理の後、第1参照フレームR1と第3参照フレームR3から動きベクトルを求め、第2参照フレームR

2の時間位置に対応する補間フレームI1を生成する(ステップS603)。ここでは、補間フレームI1の生成方法は特に限定されるわけではなく、例えば第1の実施形態で示したような様々な補間フレーム生成方法を選択することができる。例えば、第1参照フレームR1と第3参照フレームR3の画像データを線形平均して平均フレームを求めたり、さらに第1参照フレームR1を前フレームとして採用するようにしてもよい。

【0122】

<補間判定ステップ>

以下ではブロック毎に最適な補間フレーム生成方法を選択するが、ここで言うブロックは補間の際に使用するブロックである。補間判定ステップの処理は、ブロック毎のループ処理となる(ステップS606)。i番目(iはブロックのインデックス)のブロックに関して、対象ブロック位置における第2参照フレームR2と補間フレームI1、平均フレーム、前フレームのクオリティをそれぞれ検証する(ステップS604～S608)。すなわち、参照フレームR1、R3の画像データを平均して平均フレームを生成し(ステップS604)、参照フレームR2を複数の小ブロックに分割する(ステップS605)。

【0123】

対象ブロックの位置において、参照フレームR2と補間フレームI1間の相関値C1と、参照フレームR2とステップS604で生成された平均フレーム間の相関値C2、及び参照フレームR2と参照フレームR1間の相関値C3を計算する(ステップS607)。次に、これらの相関値C1、C2、C3のうち値が最大の相関値を調べ(ステップS608)、C1が最大であれば平均フレーム、C2が最大であれば補間フレームI1、C3が最大であれば前フレームを第2補間フレームI2の生成方法としてそれぞれ採用する(ステップS609、S610、S611)。

上述のステップS606～S611の処理をステップS612で全てのブロックについて行われたと判断されるまで繰り返し行うことにより、補間判定を終了する。

【0124】

<第2補間フレーム生成ステップ>

次に、上述の補間判定ステップで選択された補間フレーム生成方法を用いて、第2参照フレームR2と第3参照フレームR3の間に挿入すべき補間フレームを生成する。第2補間フレーム生成ステップの処理は、ブロック毎のループ処理となる（ステップS613）。まず、i番目（iはブロックのインデックス）のブロックに関して、対象ブロック位置における補間判定結果を読み取り（ステップS614）、それに応じて以下の処理を行う。

【0125】

まず、補間判定結果が平均フレームの場合は、第2参照フレームと第3参照フレームの当該ブロックの平均ブロックを補間フレームにコピーする（ステップS615）。

補間判定結果が補間フレームI1の場合は、第1の実施形態と同様に、当該ブロック位置において第2参照フレームR2と第3参照フレームR3から動きベクトルを用いて両フレームR2、R3間の時間的中央位置に対応する補間ブロックを生成し、補間フレーム上にコピーする（ステップS616）。または、第2の実施形態のように、新たにベクトルを求めることはせずに、第1補間フレーム生成ステップで求めた当該ブロック位置の動きベクトルを流用して補間ブロックを求めてもよい。あるいは、第3の実施形態のように補間ブロックを求めてもよい。補間判定結果が前フレームの場合は、第2参照フレームの当該ブロック位置を補間フレームにコピーする（ステップS617）。

上述のステップ処理を全ブロック分繰り返す、補間フレームI2を生成する。なお、相関値C1、C2、C3の最大値を閾値と比較し、該最大値が該閾値に満たないときは第2参照フレームR2を補間フレームとしてもよい。

【0126】

このように本実施形態では、ブロック毎に複数の補間フレーム生成方法によって生成される補間ブロックを補間判定によってオリジナルのブロックと比較判定して、最も相関値が高くなる補間フレーム生成方法が実際の補間フレーム位置においても最適であろうと推定し、実際の補間フレーム生成のための当該ブロックの補間フレーム生成方法として採用する。これにより、ブロック毎に最適な補間

フレーム生成方法を選択することが可能となる。

【0127】

(第7の実施形態)

次に、本発明の第7の実施形態について説明する。本実施形態は、入力される画像信号のフレーム間の時間間隔が長い場合でも、補間フレームに対するクオリティの検証の精度を高め、高精度のフレーム補間を可能とする。

【0128】

図24に、本発明の第7の実施形態に係る画像表示システムの構成を示す。第1補間フレーム生成部14と第2補間フレーム生成部16が縦続に接続される。第1補間フレーム生成部14では、参照フレームR2、R3から第1補間フレームI1が生成される。第2補間フレーム生成部16では、第1補間フレームI1と第3補間フレームI0から第2補間フレームI2が生成される。補間判定部15では、参照フレームR2と補間フレームI2から第1補間フレームI1のクオリティを検証するための補間判定が行われる。

【0129】

ここでは、入力の画像信号（動画像信号）が30Hzのノンインタレース信号（プログレッシブ信号）であり、30Hzのノンインタレース信号に対して隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置（補間フレーム面）に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより60Hzのノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。

【0130】

第1の実施形態では、第1補間フレームI1のクオリティを検証するために、参照フレームR1を挟んだ二つの参照フレームR1、R3間のフレーム補間を求めている。第7の実施形態のように、入力される画像信号が30Hzであり、隣接フレーム間の時間間隔が大きい場合（ここでは、 $1/30\text{Hz}$ ）には、参照フレームR1、R3間の時間間隔も大きくなるため（ここでは、 $2/30\text{Hz}$ ）、第1の実施形態と同様に参照フレームR1、R3間のフレーム補間から補間フレームI1のクオリティを検証すると、補間精度が下がったり、探索領域を広げなければならない。

【0131】

そこで本実施形態では、クオリティ検証用の補間フレームを一つの参照フレームを挟む二つの補間フレームのフレーム補間で生成する。具体的には図25に示すように、①第2参照フレームR2と第3参照フレームR3から両フレームR2、R3の時間的中央位置に対応する補間フレームI1（第1の補間フレーム）を生成する、②補間フレームI1と一つ前に内挿した補間フレームI0（第2の補間フレーム）から第2参照フレームR2の時間位置に対応する補間フレームI2（第3の補間フレーム）を生成する、③補間フレームI2を第2参照フレームR2と比較することにより、補間フレームI2のクオリティを検証する、④クオリティが規定より上であれば、つまり相関値が閾値以上であれば、第2参照フレームR2と第3参照フレームR3間に補間フレームI1を内挿する、というように処理を行う。

【0132】

これにより、時間間隔の短い二つのフレームI2、I0（この場合、時間間隔は $1/30\text{Hz}$ ）から補間フレームI1のクオリティを検証することが達成できる。補間フレームI2は、補間フレームI2、I0間のフレーム補間から生成されるため、補間フレーム自体のクオリティは良好とはいえない。しかし、補間フレームI2はあくまで検証用であるため、元々のクオリティ検証のための評価値を補間フレームから補間フレームを作る分だけずらしておけば、クオリティの検証には差し支えない。また、実際に内挿するのはオリジナルの第2参照フレームR2と第3参照フレームR3から生成される補間フレームI1であるため、補間フレームから補間フレームを作ることによるエラーは混入しない。

【0133】

以下、図25と図26を用いて本実施形態におけるフレーム補間の処理手順について説明する。

画像信号10はフレーム単位で、すなわち時間的に連続したフレームデータとしてシーケンシャルに入力されてくる。ある瞬間に入力されてきたフレームデータを仮に*i*フレームとすると、過去の蓄積からフレームメモリ12、13には*i*-2、*i*-1フレームのデータがそれぞれ格納されているとする（ステップS

701)。

【0134】

この状態で、現在入力されている画像信号のフレーム（現フレーム）を参照フレーム R3 としてフレームメモリ 13 から取得し、現フレームより 1 フレーム前のフレームを参照フレーム R2 としてフレームメモリ 12 から取得し、さらに一つ前の補間フレームを補間フレーム I0 としてフレームメモリ 11 から取得する（ステップ S702）。参照フレーム R2, R3 から R2, R3 の時間的中央位置に対応する第 1 補間フレーム I1 を生成し（ステップ S703）、補間フレーム I0, I1 から参照フレーム R2 の時間的位置に対応する補間フレーム I2 を生成する（ステップ S704）。

【0135】

次に、補間フレーム I2 のクオリティを検証するため、補間フレーム I2 と第 2 参照フレーム R2 との相関の大きさを表す相関値を計算する（ステップ S705）。相関値を閾値と比較し（ステップ S706）、相関値が閾値以上であれば、つまりクオリティが規定より上であれば、第 2 参照フレーム R2 と第 3 参照フレーム R3 間に補間フレーム I1 を内挿し（ステップ S707）、相関値が閾値に満たなければ、つまり補間フレーム I1 のクオリティが低ければ、参照フレーム R2 をそのまま第 2 参照フレーム R2 と第 3 参照フレーム R3 間に内挿する（ステップ S708）。

以後のステップ S709 から S713 までの表示処理は、第 1 の実施形態と同様あるので説明を省略する。

【0136】

このように本実施形態では、入力の画像信号が 30 Hz のノンインタレース信号のようにフレーム間の時間間隔が長い画像信号に対しフレーム間補間を行う場合でも、補間フレームのクオリティを高い精度で検証することによって、高い補間精度を得ることができる。

【0137】

（第 8 の実施形態）

次に、本発明の第 8 の実施形態について説明する。本実施形態は、第 6 の実施

形態と第7の実施形態を組み合わせた例である。本実施形態における画像表示システムは第7の実施形態と同様であり、図24に示した通りである。ここでは、第7の実施形態と同様に入力画像信号（動画画像信号）が30Hzのノンインタレース信号（プログレッシブ信号）であり、30Hzのノンインタレース信号に対して隣接する二つの参照フレーム間の時間的中央位置（補間フレーム面）に補間フレームを生成し、それを二つの参照フレーム間に内挿することにより、60Hzのノンインタレース信号に変換する場合を例にとって説明する。

【0138】

本実施形態では、第6の実施形態と同様にブロック毎に補間フレーム生成方法を選択する例について示す。第7の実施形態において述べた通り、第6の実施形態では、入力される画像信号が30Hzであり、隣接フレーム間の時間間隔が大きい場合、参照フレームR1、R3間のフレーム補間から補間フレームI1のクオリティを検証すると、補間精度が下がったり、探索領域を広げなければならない。

【0139】

そこで本実施形態では、第7の実施形態と同様に、クオリティ検証用の補間フレームI2を、補間フレームI1と補間フレームI0から作ることにより、時間間隔を30Hzから離すことなく検証用の補間フレームを生成する。具体的には図27に示すように、①第2参照フレームR2と第3参照フレームR3から両フレームR2、R3の時間的中央位置に対応する補間フレームI1を複数の補間フレーム生成方法によって生成する、②補間フレームI1と補間フレームI0（一つ前に内挿した補間フレーム）から第2参照フレームR2の時間位置に対応する補間フレームI2を複数の補間フレーム生成方法によって生成する、③補間フレームI2の当該ブロックを補間判定によってオリジナルのブロックと比較することでクオリティを検証し、最も評価値が高くなる補間フレーム生成方法が実際の補間フレーム位置においても最適であろうと推定して、図27の④に示すように、当該ブロックの補間フレーム生成のために実際に用いる補間フレーム生成方法として採用する、つまり補間フレームI1群から合成して補間フレームI3を生成する。

【0140】

補間フレーム I 2 は、補間フレーム I 2, I 0 間のフレーム補間から生成されるため、補間フレーム自体のクオリティは良好とはいえない。しかし、補間フレーム I 2 はあくまで検証用であるため、元々のクオリティ検証のための評価値を補間フレームから補間フレームを作る分だけずらしておけば、クオリティの検証には差し支えない。また、実際に内挿するのはオリジナルの第 2 参照フレーム R 2 と第 3 参照フレーム R 3 から生成される補間フレーム I 3 (補間フレーム I.1) であるため、補間フレームから補間フレームを作ることによるエラーは混入しない。

【0141】

本実施形態では、第 6 の実施形態と同様に補間フレーム生成方法として、前後の隣接フレームを平均化する方法と、前フレームをそのまま使用する方法と、第 1 の実施形態で示したような 3 つの補間フレーム生成方法を採用するが、特にこれらに限られるわけではなく、第 1 の実施形態で示した 3 つの補間フレーム生成方法から選択してもよいし、それらの 3 つの補間フレーム生成方法と平均フレーム及び前フレームというような方法でも構わない。

【0142】

図 29 及び図 30 に、本実施形態における具体的なフレーム補間の処理手順を示す。図から明らかなように、本実施形態における処理手順は第 6 の実施形態の処理手順を示した図 22 及び図 23 に、第 7 の実施形態における処理手順を示した図 26 を組み合わせたものであり、図からその手順は明らかである。

【0143】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0144】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によればクオリティの高い補間フレームを生成してフレーム補間を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示システムの構成を示すブロック図

【図 2】 第 1 の実施形態におけるフレーム補間の概念図

【図 3】 第 1 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 4】 第 1 の実施形態におけるフレームデータのフレームメモリ間の移動を説明する図

【図 5】 第 1 の実施形態における第 1 補間フレームの生成方法の一例を説明するための図

【図 6】 第 1 の実施形態における第 1 補間フレームの生成方法の他の例を説明するための図

【図 7】 第 1 の実施形態における第 1 補間フレームの生成方法のさらに別の例を説明するための図

【図 8】 第 1 の実施形態におけるシーンチェンジ時のフレーム補間動作例を示す図

【図 9】 第 1 の実施形態におけるシーンチェンジ時の他のフレーム補間動作例を示す図

【図 10】 本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示システムの構成を示すブロック図

【図 11】 第 2 の実施形態における第 2 補間フレームの生成方法を説明するための図

【図 12】 第 2 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 13】 本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示システムの構成を示すブロック図

【図 14】 第 3 の実施形態におけるフレーム補間の概念図

【図 15】 第 3 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 16】 本発明の第 4 の実施形態に係る画像表示システムの構成を示すブロック図

【図 17】 第 4 の実施形態におけるフレーム補間の概念図

【図 18】 第 4 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 19】 本発明の第 5 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 20】 第 5 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 21】 本発明の第 6 の実施形態におけるフレーム補間の概念図

【図 22】 第 6 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 23】 第 6 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 24】 本発明の第 7 の実施形態に係る画像表示システムの構成を示すブロック図

【図 25】 第 7 の実施形態におけるフレーム補間の概念図

【図 26】 第 7 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 27】 本発明の第 8 の実施形態におけるフレーム補間の概念図

【図 28】 第 8 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【図 29】 第 8 の実施形態におけるフレーム補間の処理手順を示すフローチャート

【符号の説明】

10・・・画像信号

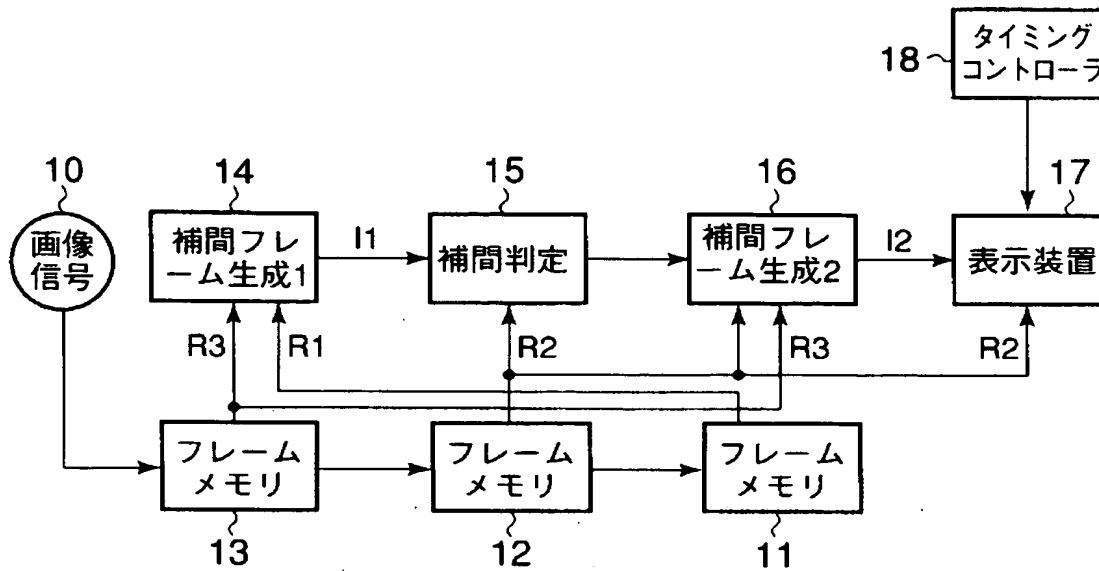
11～13・・・第 1～第 3 フレームメモリ

14, 24・・・第1補間フレーム生成部
15, 25・・・補間判定部
16, 20, 26, 30・・・第2補間フレーム生成部
17・・・表示装置
18・・・タイミングコントローラ
19・・・ベクトルスケール変換部
R1～R3・・・第1～第3参照フレーム
I1～I3・・・第1～第3補間フレーム

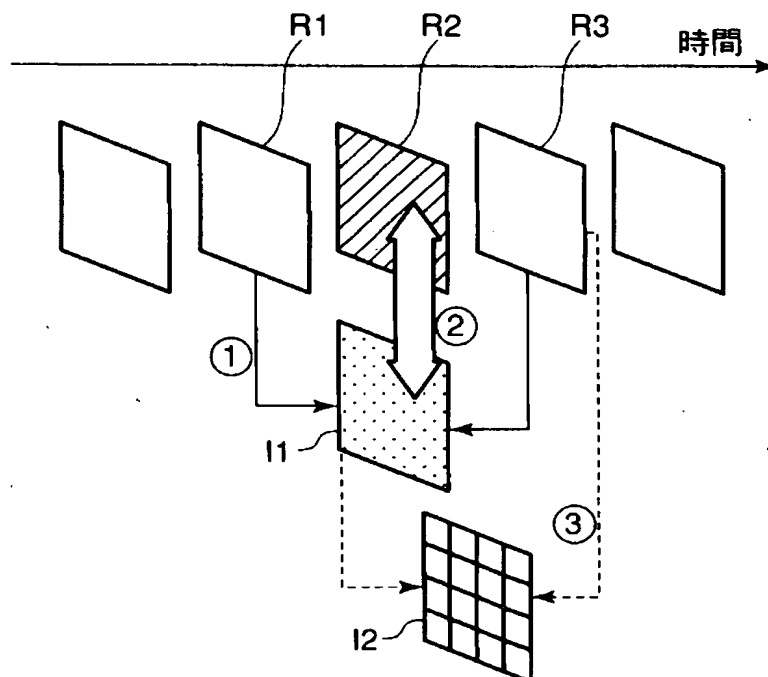
【書類名】

図面

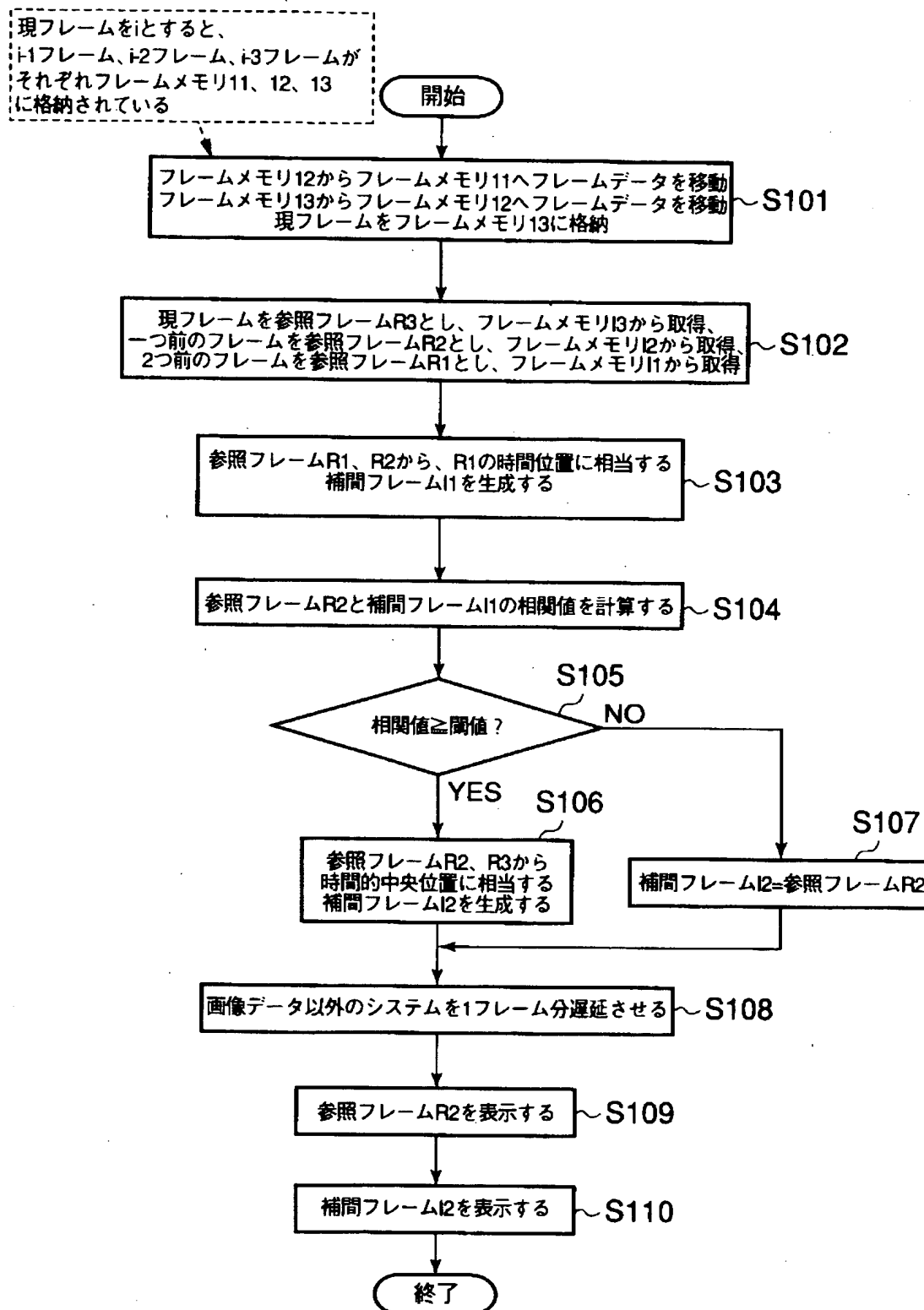
【図 1】



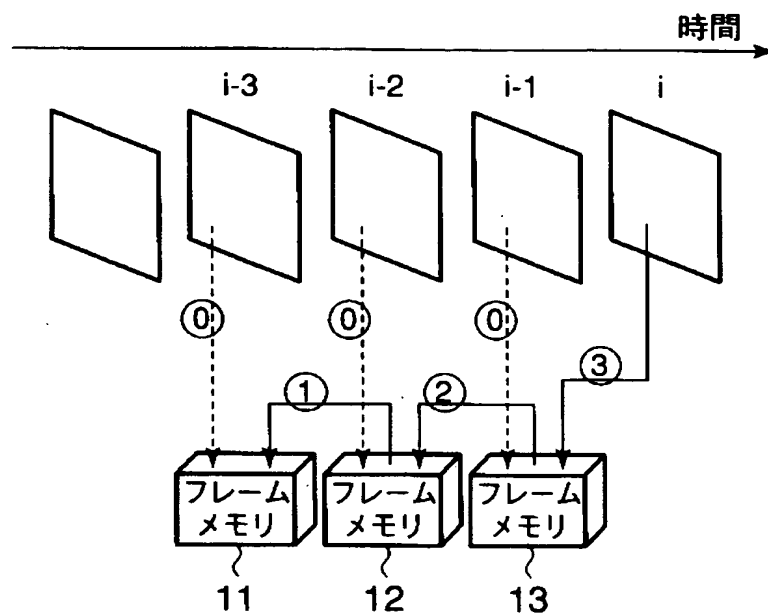
【図 2】



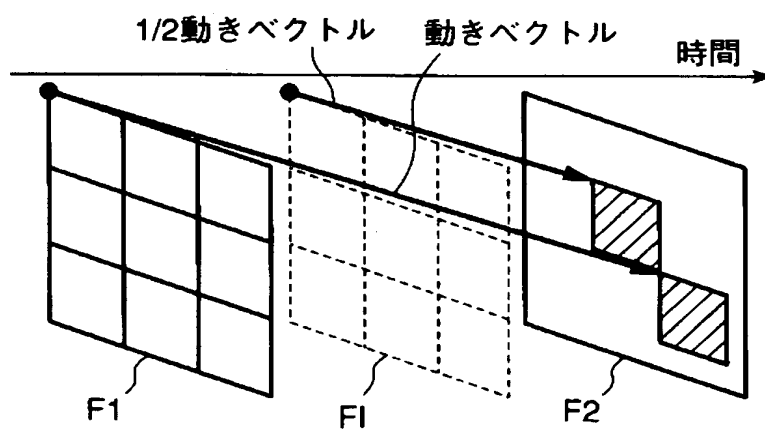
【図 3】



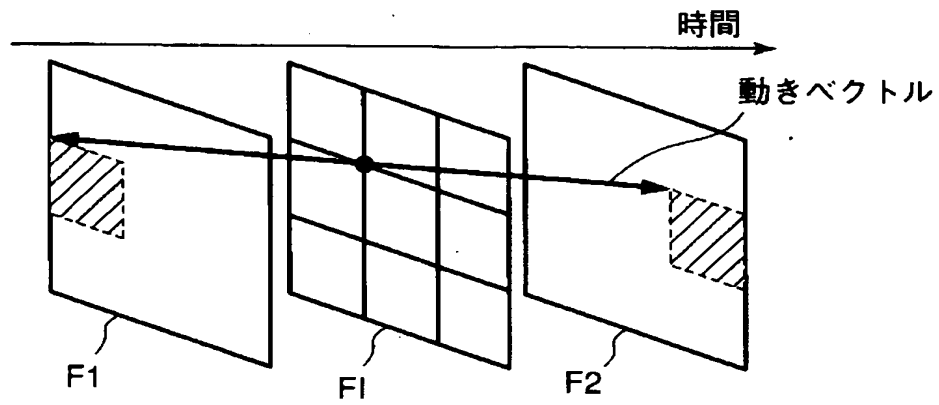
【図 4】



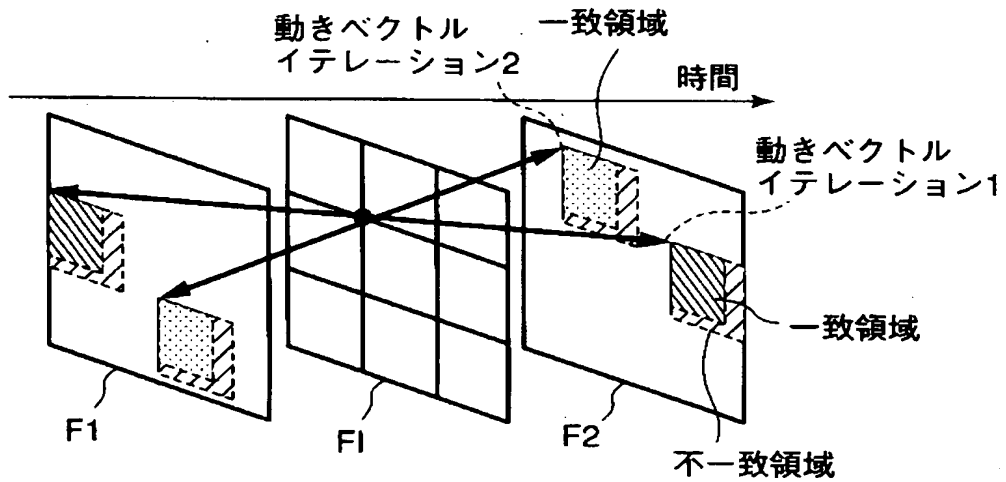
【図 5】



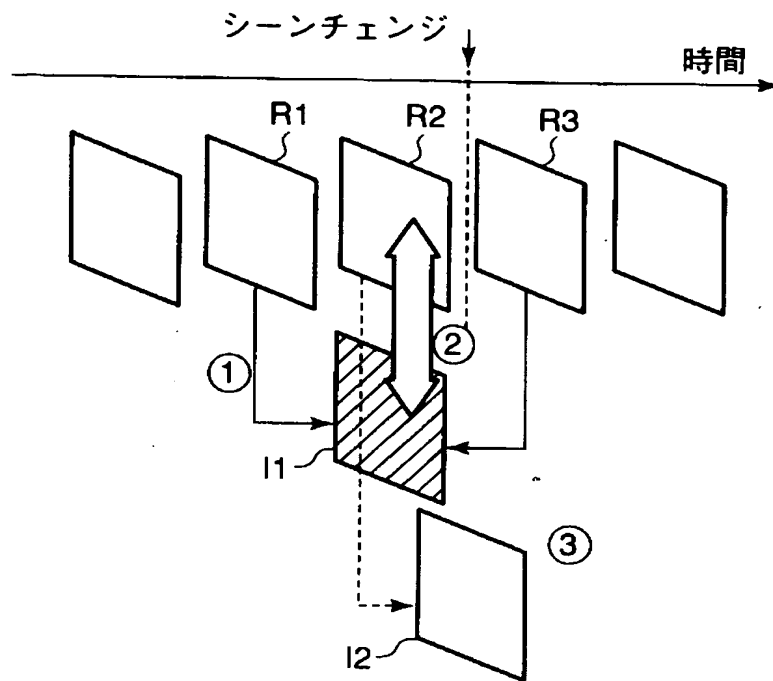
【図 6】



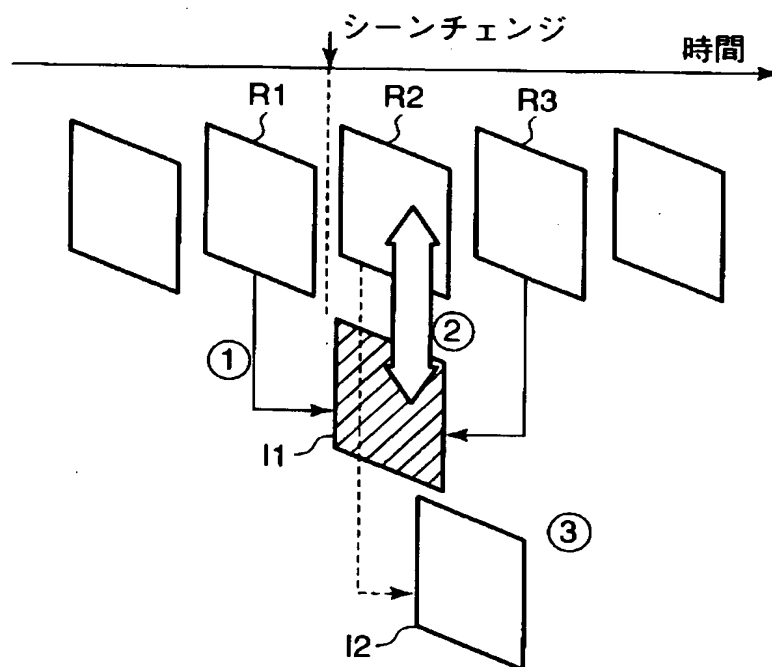
【図 7】



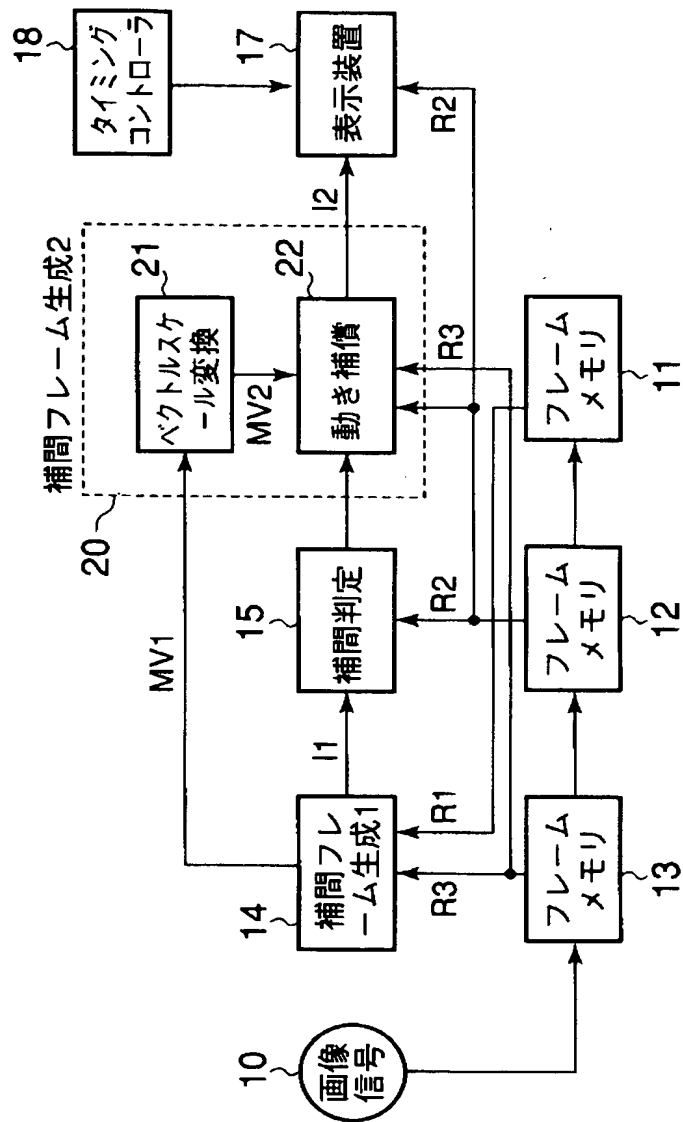
【図 8】



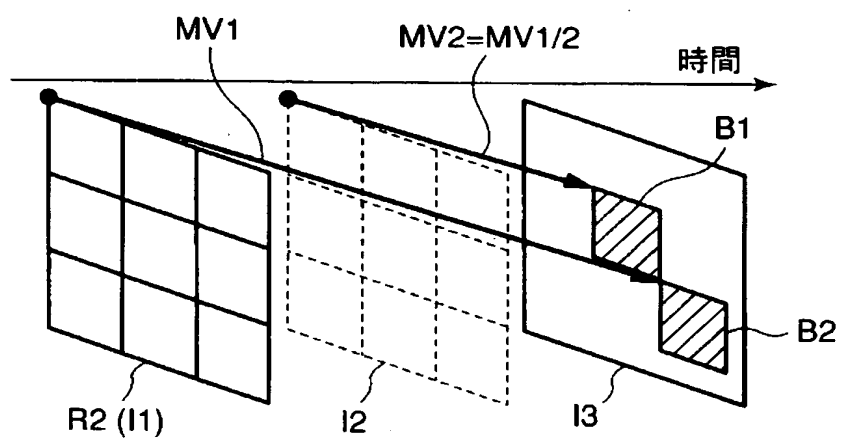
【図 9】



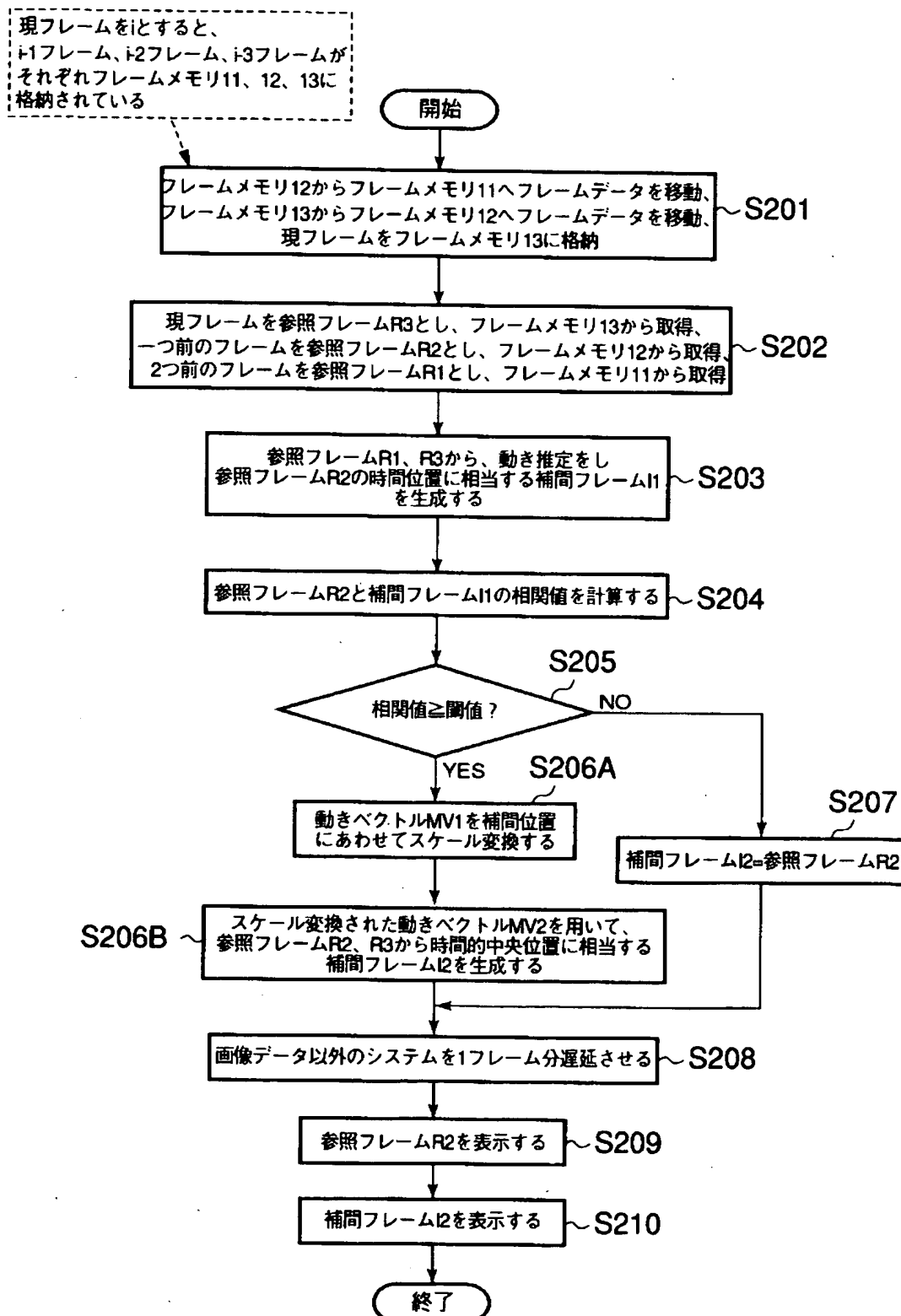
【図 10】



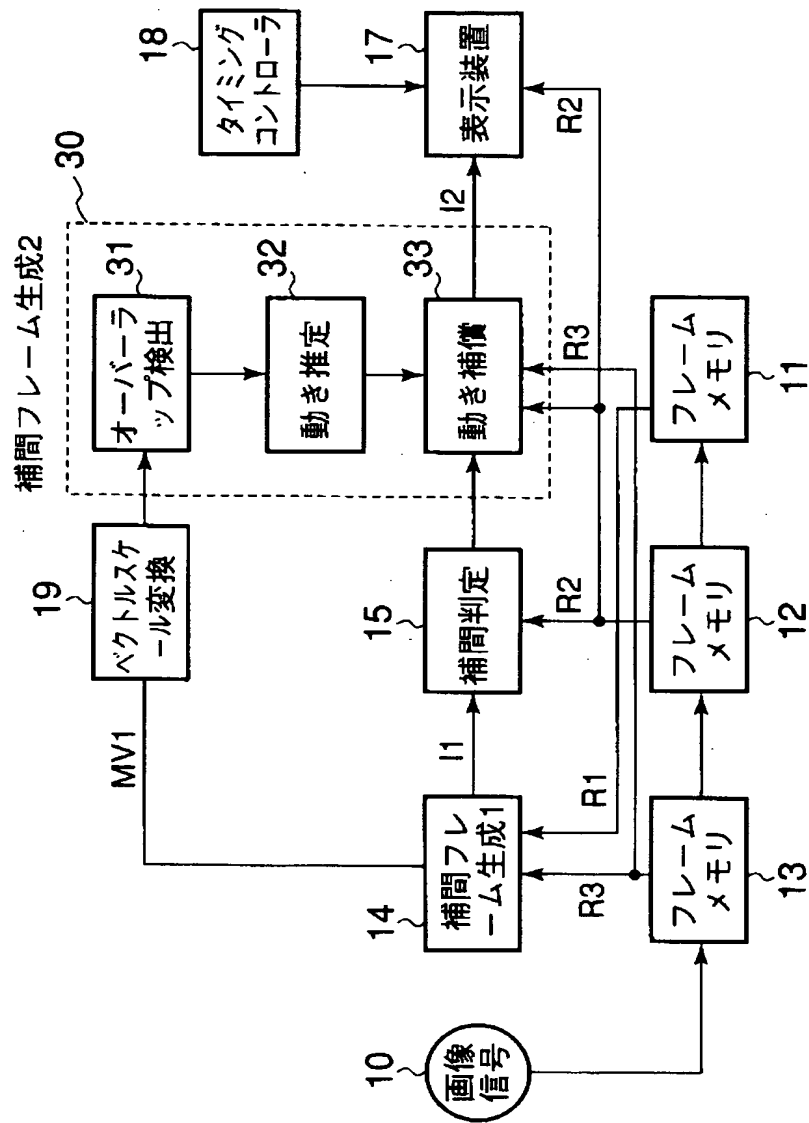
【図 11】



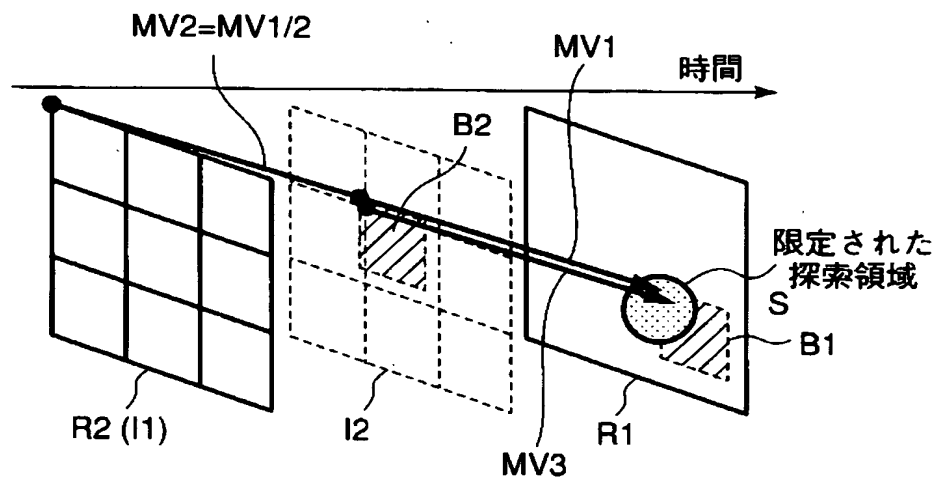
【図 12】



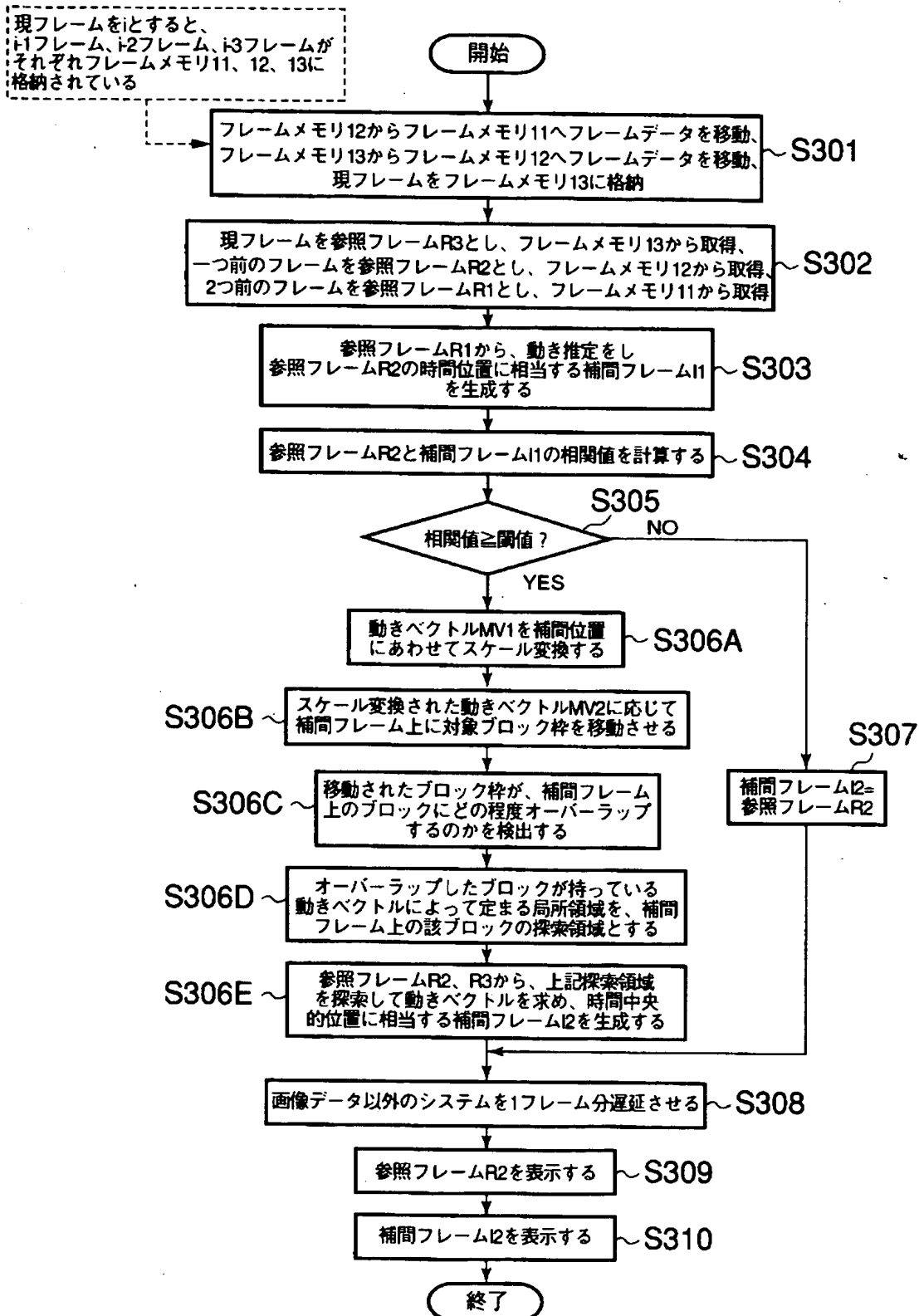
【図 13】



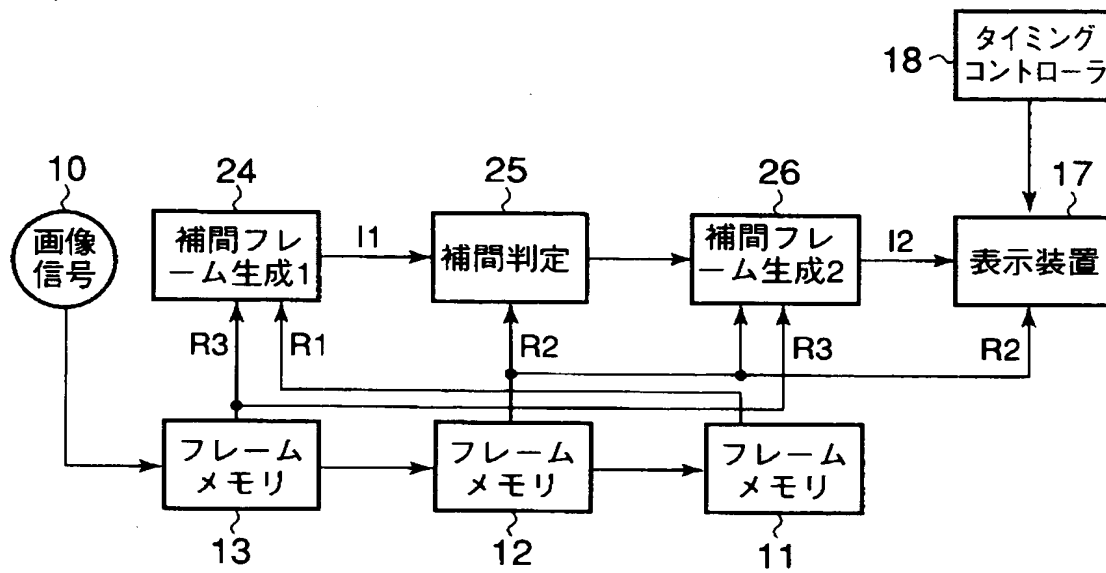
【図 14】



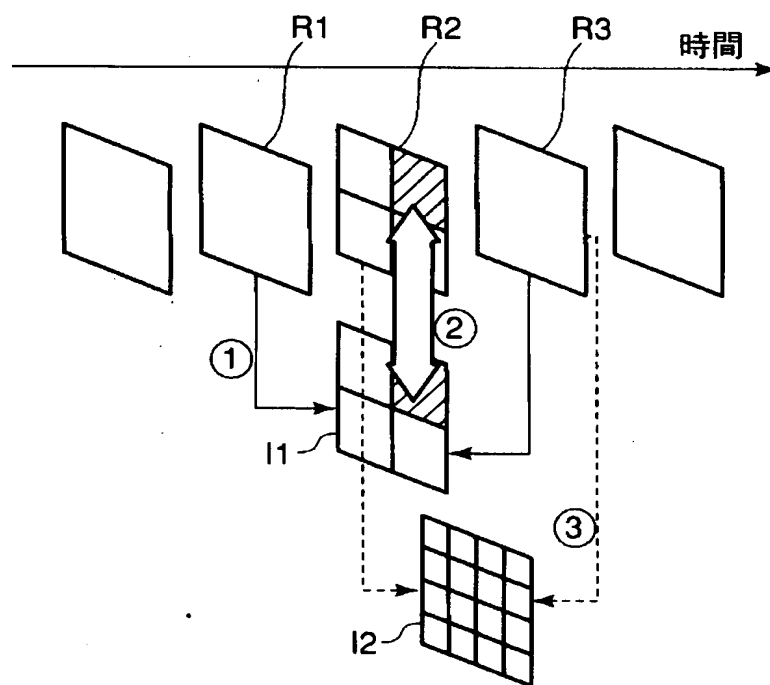
【図 15】



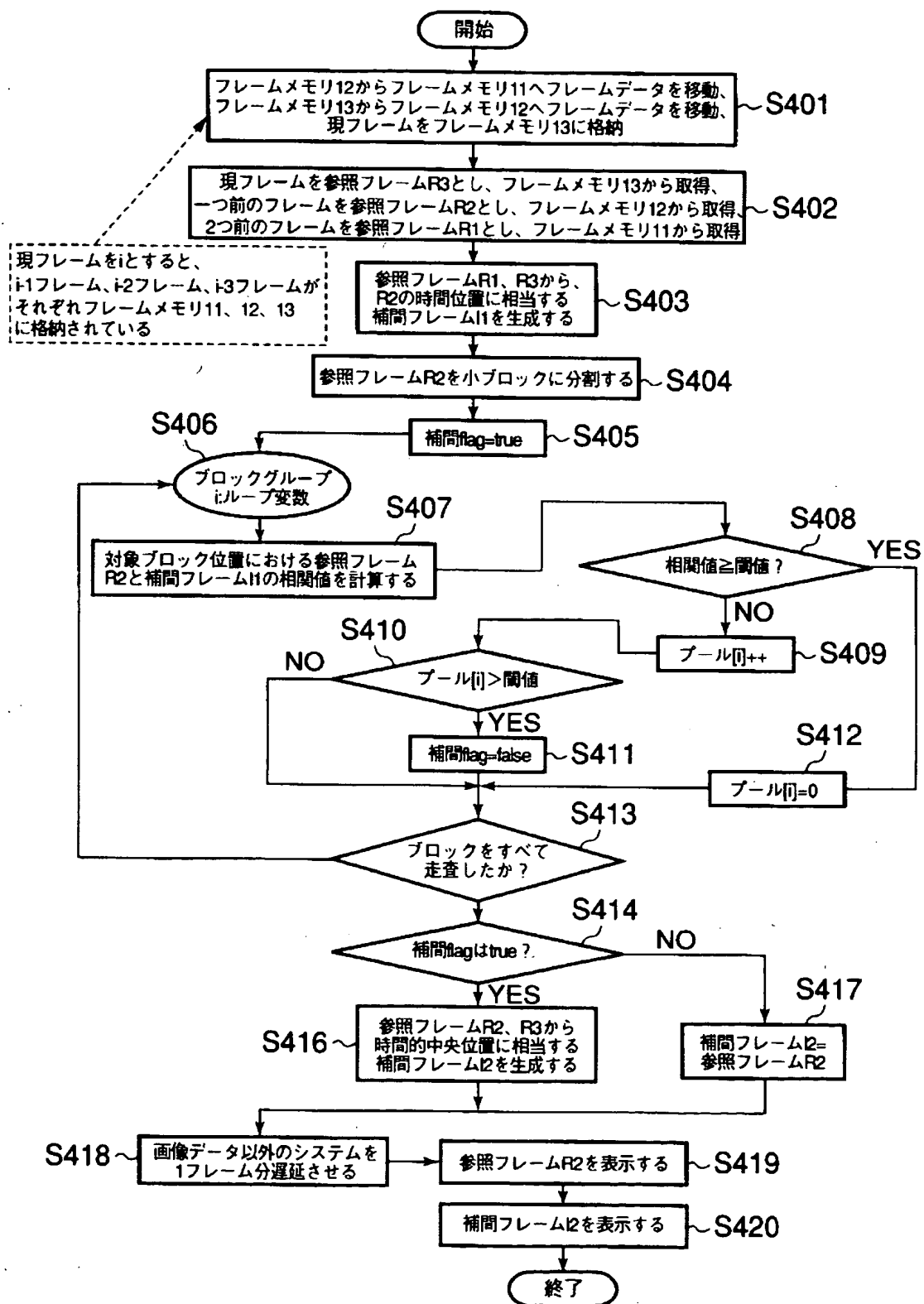
【図 16】



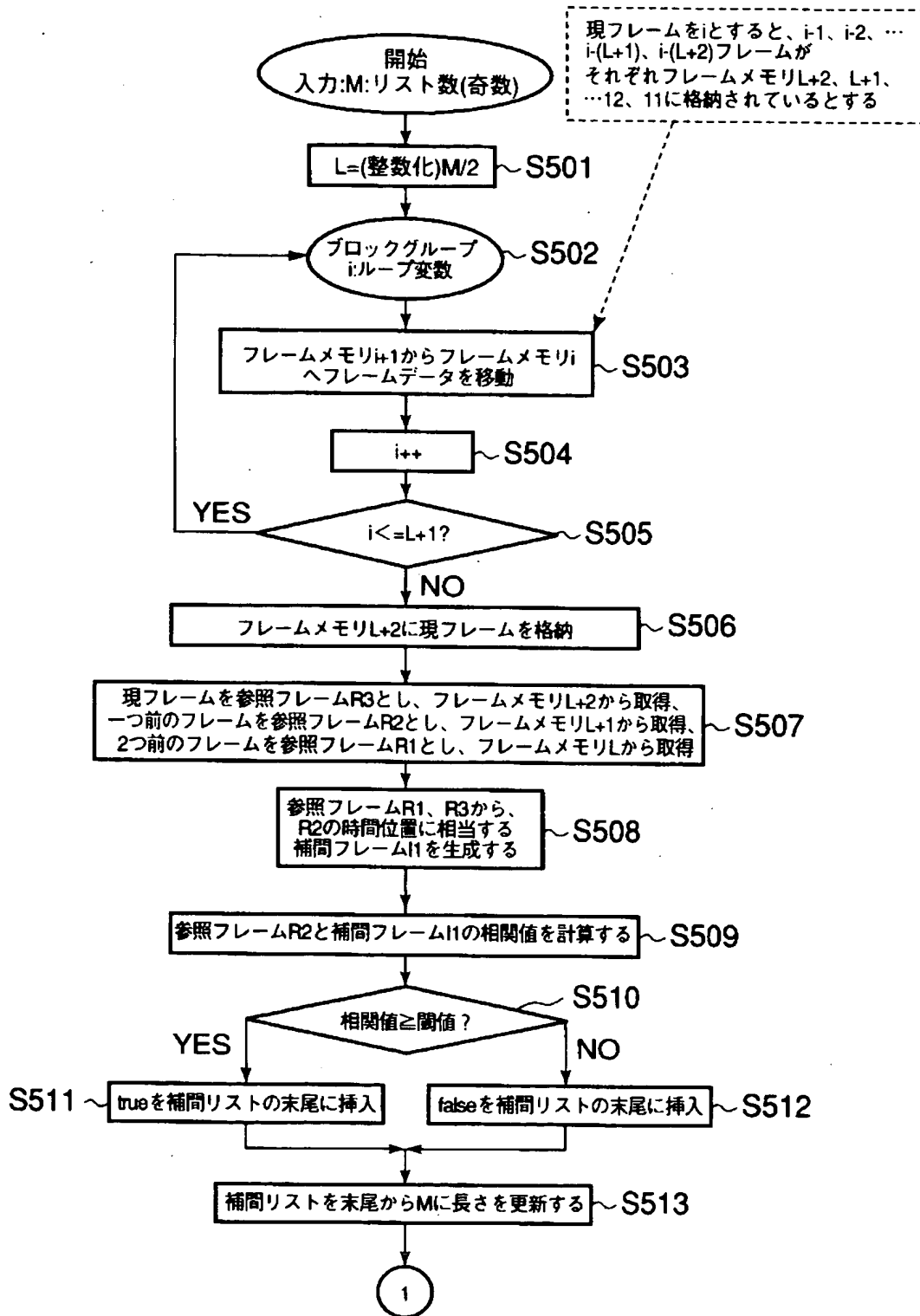
【図 17】



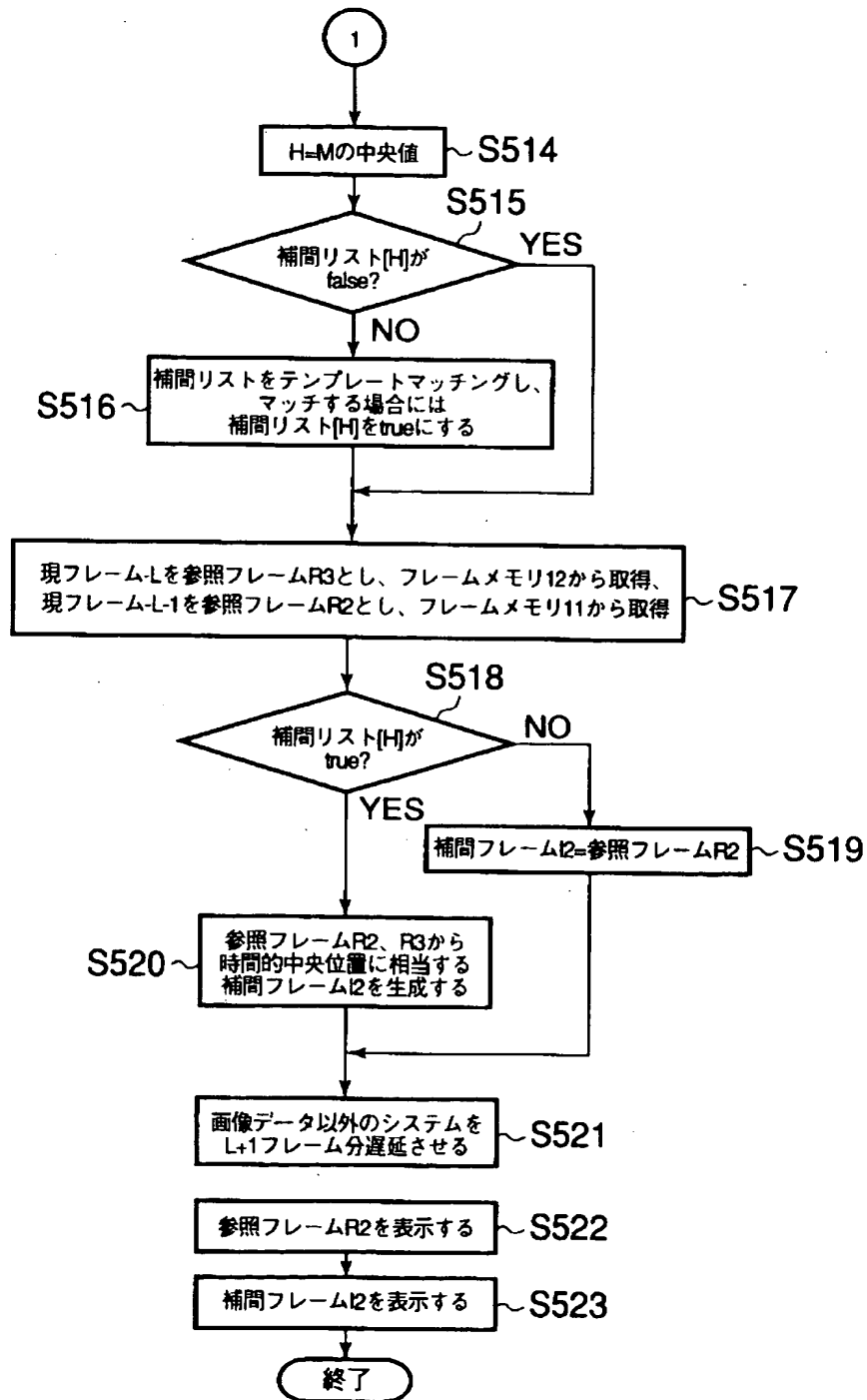
【図 18】



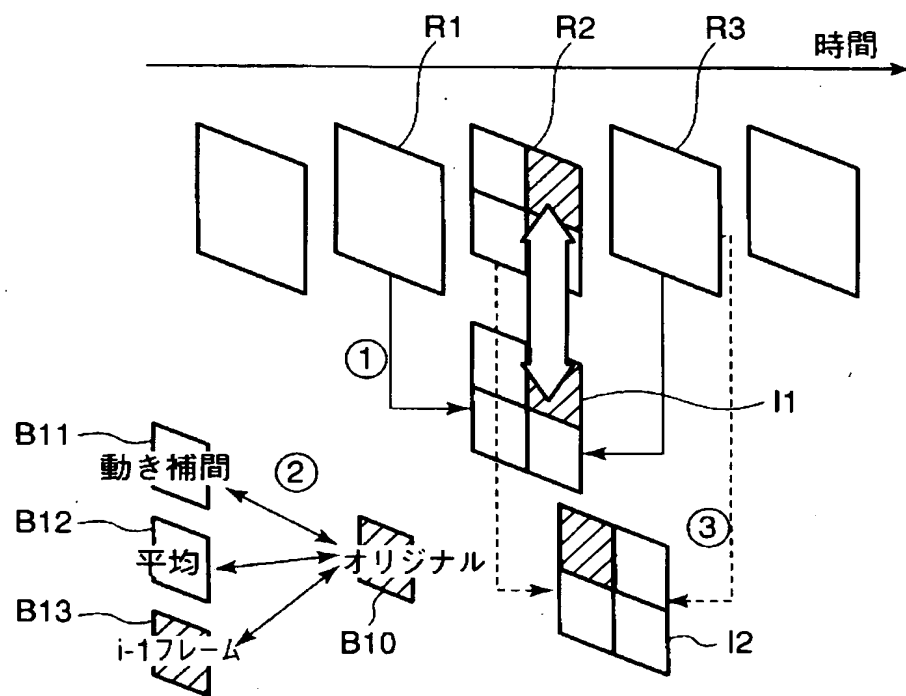
【図 19】



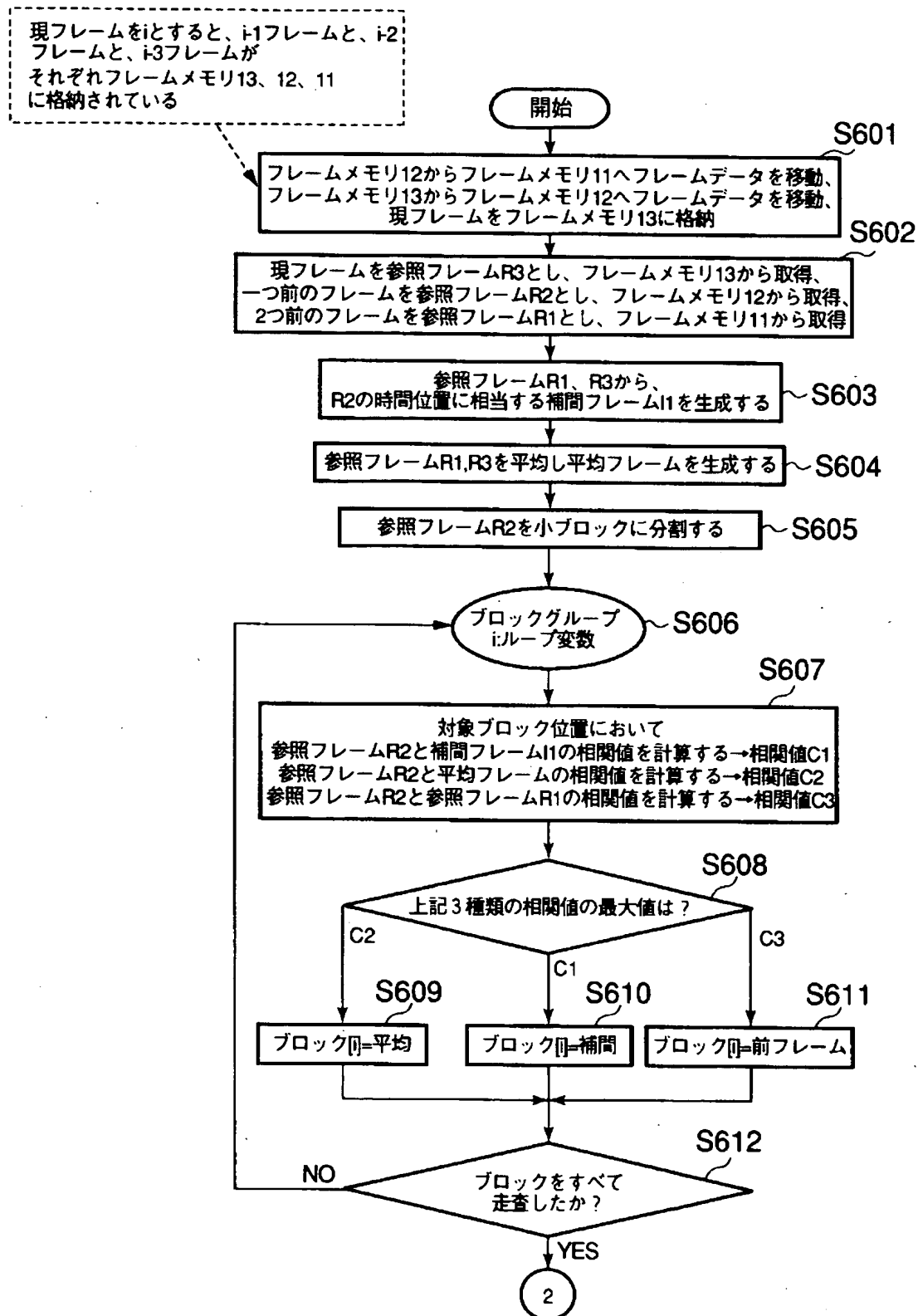
【図 20】



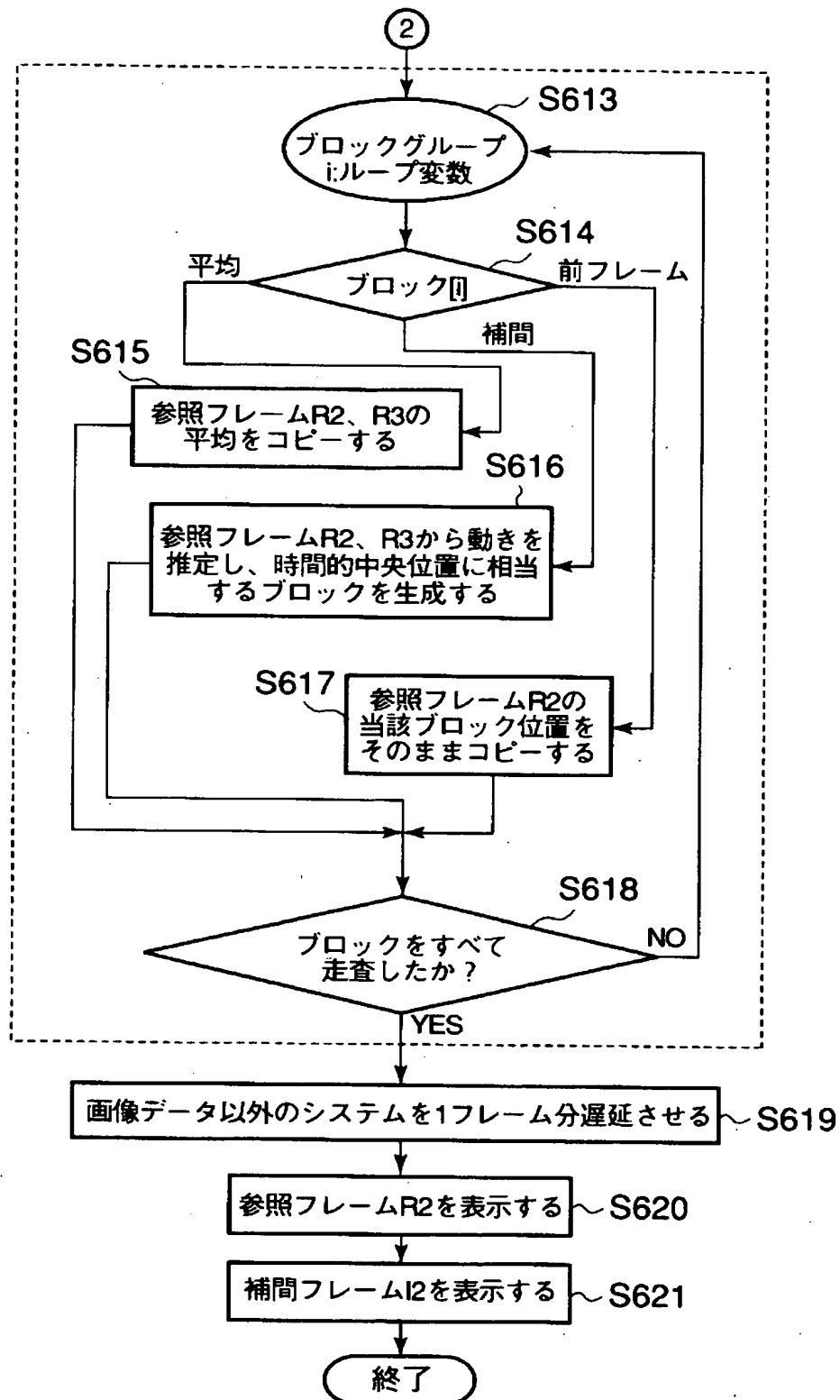
【図 21】



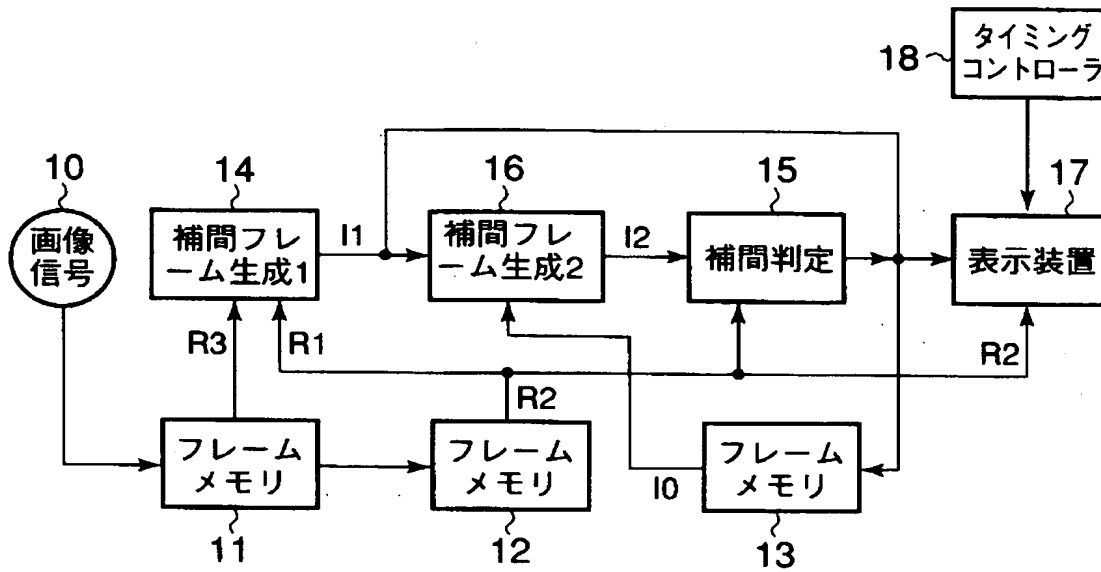
【図22】



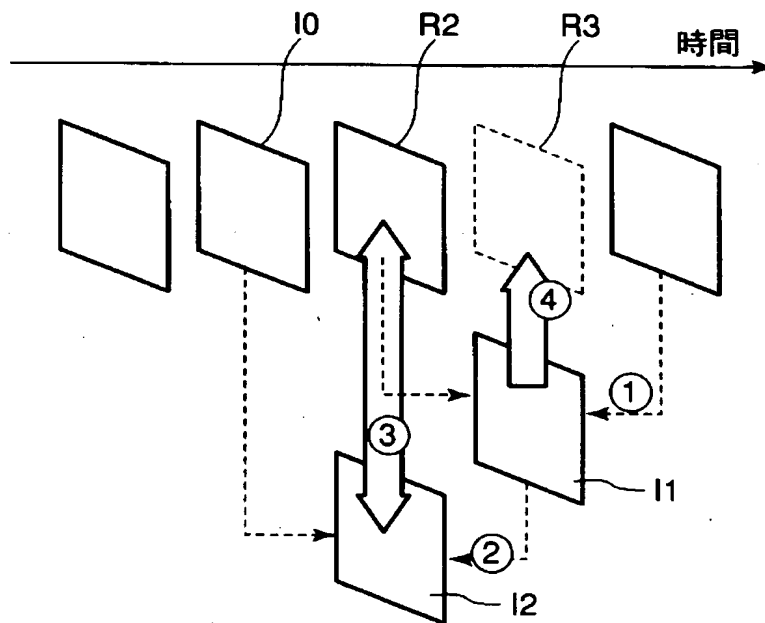
【図 23】



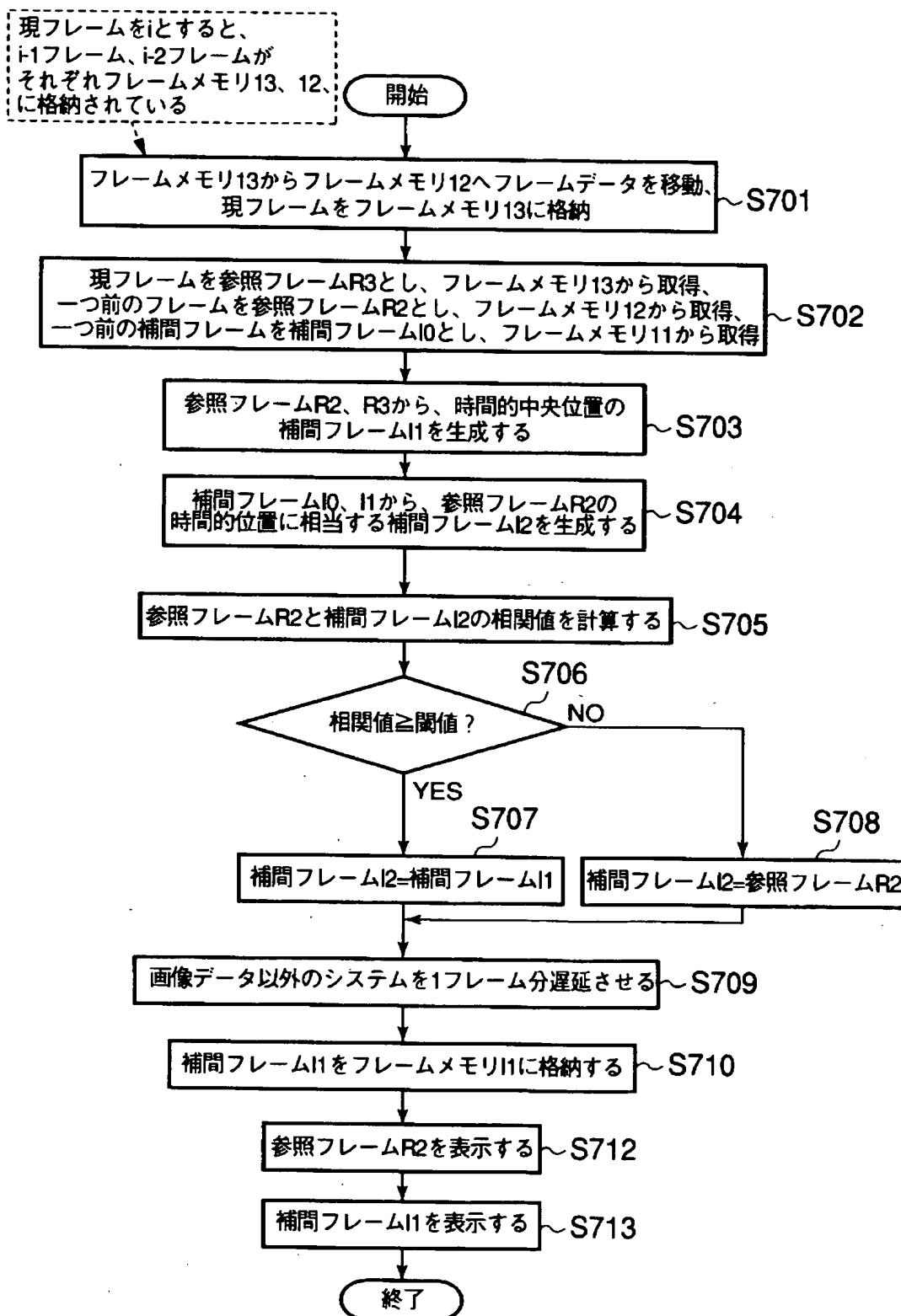
【図 24】



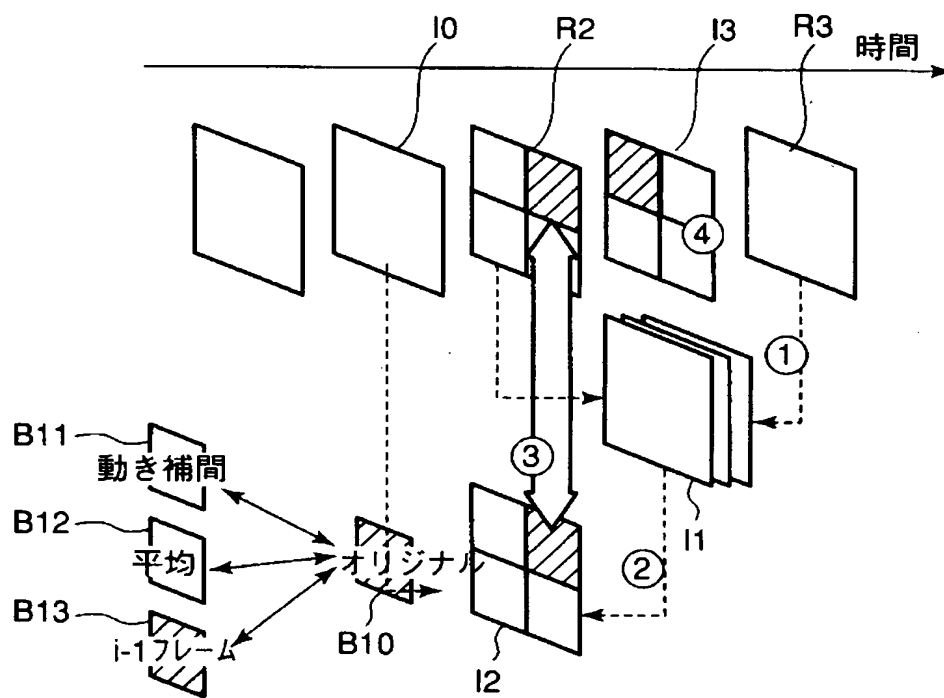
【図 25】



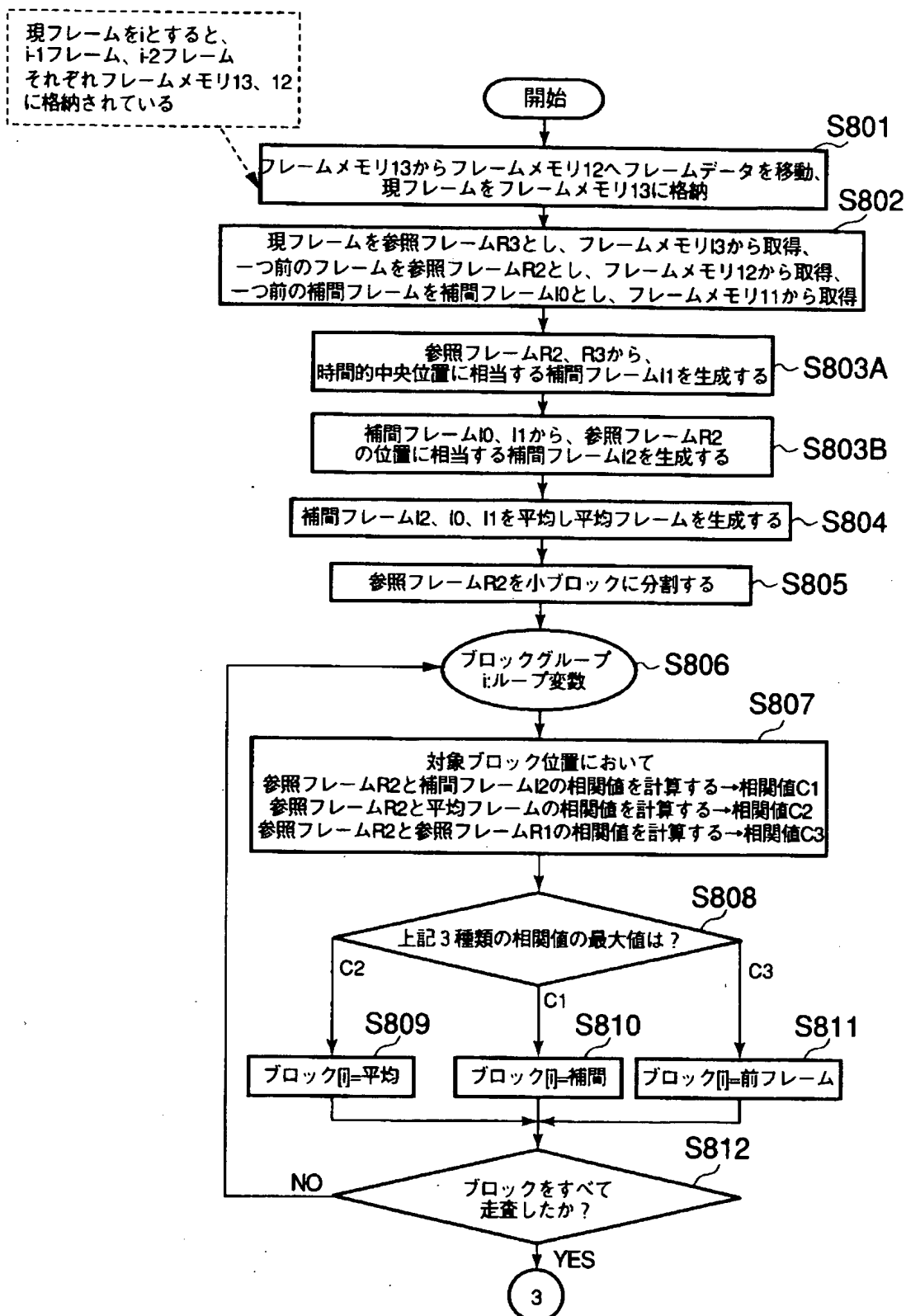
【図 26】



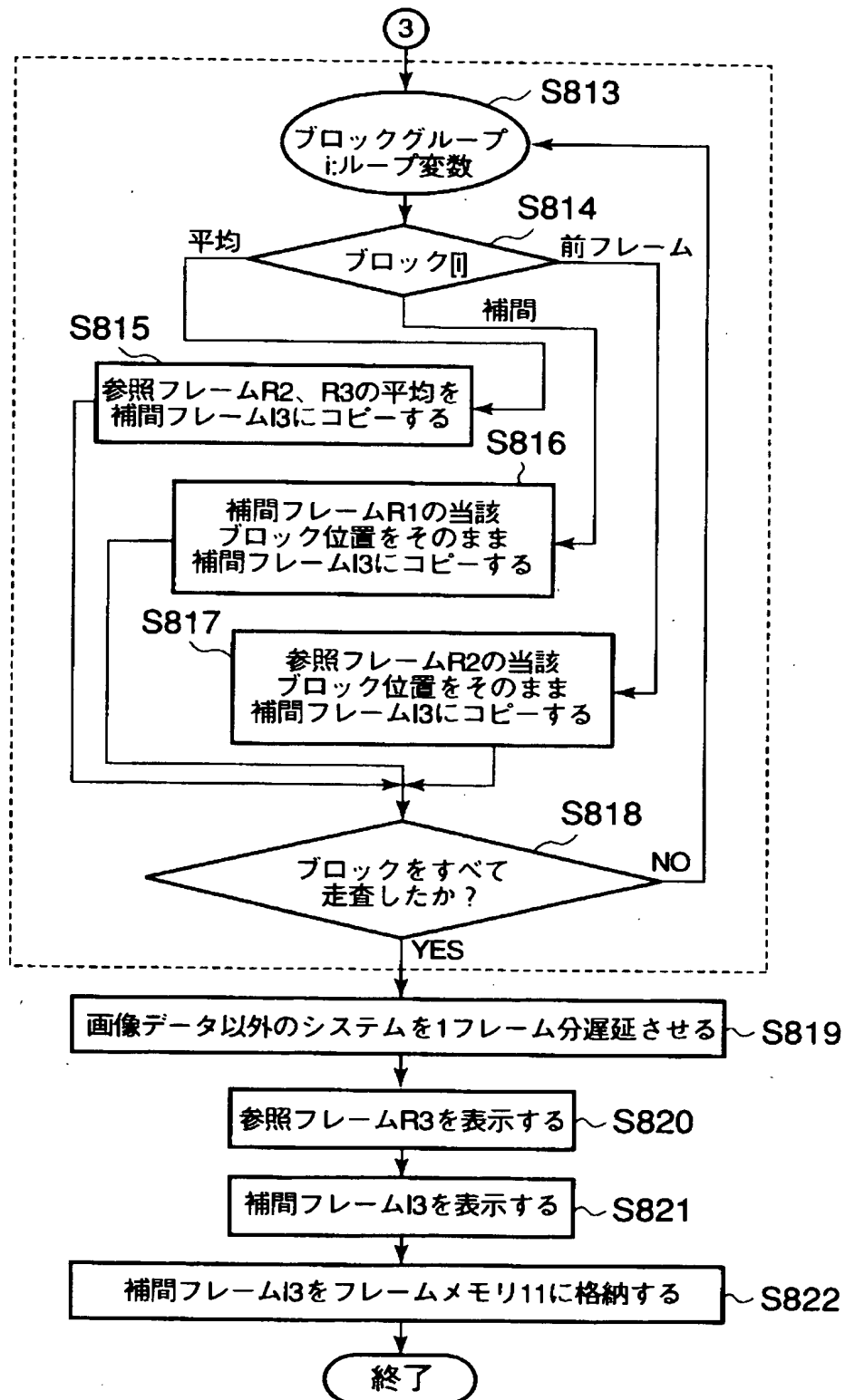
【図 27】



【図 28】



【図 29】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クオリティの高い補間フレームを生成してフレーム補間を行う。

【解決手段】 画像信号の時間的に連続する参照フレーム R 1, R 2, R 3 を入力し、参照フレーム R 2, R 3 間に補間フレームを挿入するために、まず参照フレーム R 1, R 3 から参照フレーム R 2 の位置に対応する第 1 補間フレーム I 1 を生成する。参照フレーム R 2 と第 1 補間フレーム I 1 との相関の大きさを表す相関値を算出することにより、補間フレーム I 1 のクオリティを検証する。相関値が閾値以上のときは、補間フレーム I 1 のクオリティが高く、参照フレーム R 2, R 3 の間の位置に対応して生成される第 2 補間フレーム I 2 もクオリティが高いと判断して、補間フレーム I 2 を参照フレーム R 2, R 3 間に挿入する。

【選択図】 図 1

特願 2003-090838

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝